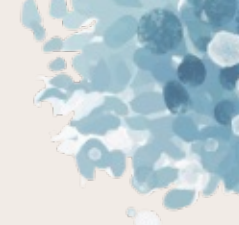


Neurociência aplicada à Arquitetura:

A influência espacial no contexto hospitalar

Amanda Amorim de Araújo Lima Santos





AMANDA AMORIM DE ARAÚJO LIMA SANTOS

NEUROCIÊNCIA APLICADA À ARQUITETURA:

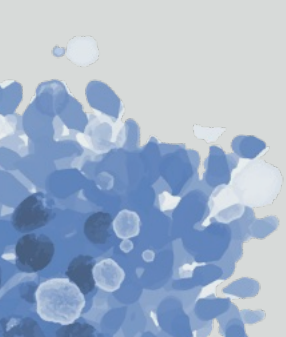
A influência espacial no ambiente hospitalar

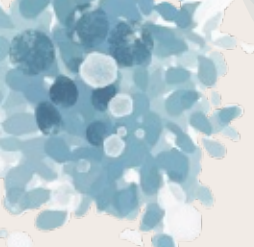
Monografia apresentada ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para obtenção do título de Arquiteta e Urbanista.

Neurociência; Arquitetura; Ambiente Hospitalar.

Orientadora: Maria de Jesus de Britto Leite

RECIFE
2023





Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Santos, Amanda Amorim de Araújo Lima.

Neurociência aplicada à Arquitetura: a influência espacial no contexto
hospitalar / Amanda Amorim de Araújo Lima Santos. - Recife, 2023.
86 p. : il.

Orientador(a): Maria de Jesus de Britto Leite

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação, Arquitetura e Urbanismo -
Bacharelado, 2023.

1. Neuroarquitetura. 2. Alvar Aalto. 3. Arquitetura Hospitalar. I. Britto
Leite, Maria de Jesus de. (Orientação). II. Título.

720 CDD (22.ed.)

AGRADECIMENTOS

A Candice, meu mais precoce exemplo de resiliência. Você me molda e me inspira continuamente.

A Rogério, verdadeiro amante do conhecimento, que acendeu em mim desde muito cedo a chama da curiosidade e a imotivada busca pelo saber.

A Beatriz e Fernanda, que sem, não sou muito. Minhas eternas meninas, cujo apoio é desmedido e compreensão sempre sincera.

A Adelaide, matriarca incansável e minha guia na educação. Sem você, certamente minha carreira acadêmica não teria ido longe.

A Valério, conselheiro implacável. Companheiro de todas as horas, sempre compreensivo, gentil e solícito. Não sei de que estrelas caímos para termos nos encontrado neste lugar.

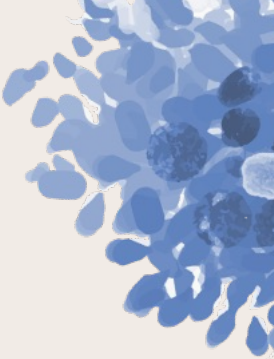
A Camila, minha irmã de vida, que me apoiou em todas as etapas da minha formação, pessoalmente e profissionalmente.

A João e Clarice, os melhores amigos e incentivadores que alguém poderia desejar. Por todo apoio e incondicional suporte.

A Maria de Jesus, minha orientadora, que acreditou em mim e neste trabalho mesmo quando tudo parecia improvável.

Aos amigos que fiz ao longo do curso, Jacqueline, Roberta, Nancy, Ewerton, Alexandre, André, Beatriz, Maria Eduarda, Marcela, Ana Maria. Meus GEs, pelas noites em claro e todas as risadas ao longo desses cinco anos.

Por fim, a Geraldo, meu primeiro professor. Aquele que primeiro suspeitou que eu, talvez, pudesse ser arquiteta.

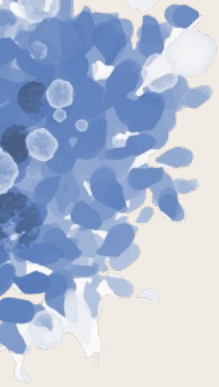


EPÍGRAFE



“The Brain - is wider than the Sky - For - put them
side by side - The one the other will contain - With
ease - and you beside”

Emily Dickinson, c. 1862

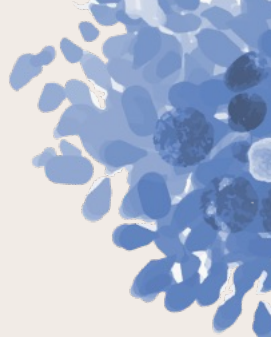


RESUMO

O presente trabalho se propõe a investigar a relação entre neurociência e arquitetura. Para tanto, realizou estudo de fundamentos da neurociência e da fenomenologia e como esses ramos do conhecimento se relacionam entre si e podem ser interligados à prática projetual arquitetônica. Para realizar a análise, o trabalho primeiramente se dedicou à pesquisa do funcionamento do cérebro e sobre as percepções humanas obtidas através dos sentidos, com objetivo de compreender como o ser humano processa as informações recebidas. Após, é realizado estudo de caso do Sanatório de Paimio, na Finlândia, à luz das informações obtidas através do entendimento acerca de como o ser humano interage com o ambiente, através de todas suas percepções, e como a arquitetura do edifício pode ter influenciado no tratamento de pacientes hospitalares, tudo isso a fim de relacionar os diferentes estímulos ambientais à percepção espacial e sensação de bem-estar dos mesmos.

Palavras-chave: Neuroarquitetura; Ambiente Hospitalar; Neurociência; Sanatório; Alvar Aalto.



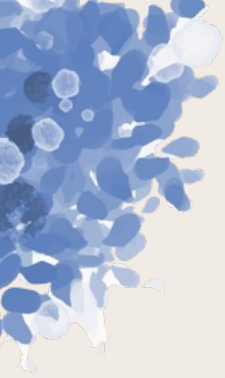


ABSTRACT

The present study proposes to investigate the relationship between neuroscience and architecture. To this end, it carried out a study of the fundamentals of neuroscience and phenomenology and how these fields of knowledge relate to each other and how they can be interconnected to the architectural design practice. To carry out the analysis, the study first dedicated itself to the research of the functioning of the brain and the human perceptions obtained through the senses, with the objective of understanding how the human being processes the information received. Afterwards, a case study of the Paimio Sanatorium, in Finland, is carried out, in the light of the information obtained through the understanding of how the human being interacts with its environment through all its perceptions, and how architecture may influence in the treatment of hospital patients, all this in order to relate the different environmental stimuli to their spatial perception and sense of well-being.

Keywords: Neuroarchitecture; Hospital Environment; Neuroscience; Sanatorium; Alvar Aalto.





LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Academy of Neuroscience for Architecture - ANFA

Sistema Nervoso - SN

Sistema Nervoso Central - SNC

Sistema Nervoso Periférico - SNP

Ácido Gama-Aminobutírico - GABA

Córtex Cingulado Anterior - CCA



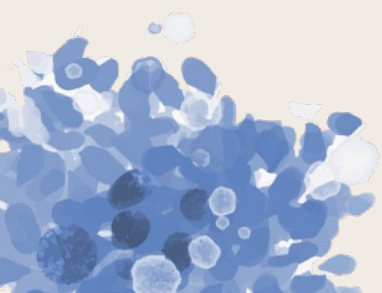
LISTA DE FIGURAS

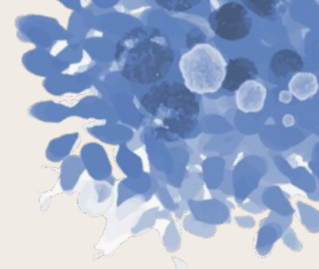
Figura 01 - Instituto Salk.....	18
Figura 02 - Divisão do SN em SNC e SNP.....	20
Figura 03 - Estrutura funcional do SN.....	21
Figura 04 - Seção das estruturas encefálicas.....	22
Figura 05 - Estrutura do neurônio.....	24
Figura 06 - Esquemas gráficos da sinapse elétrica e da sinapse química.....	25
Figura 07 - Partenon na Acrópole de Atenas, na Grécia.....	29
Figura 08 - Diagramas de ilusão de óptica no Partenon.....	30
Figura 09 - Museu de Arte Contemporânea de Niterói.....	32
Figura 10 - Comparação entre temperaturas de lâmpadas artificiais.....	36
Figura 11 - Exemplo de design biofílico.....	40
Figura 12 - Exemplos de imagens mostradas aos participantes da pesquisa.....	41
Figura 13 - Hospital Municipal de Alajärvi.....	54
Figura 14 - Ala dos pacientes com terraços solares, na década de 1930.....	55
Figura 15 - Ala dos pacientes com terraços cobertos.....	55
Figura 16 - Planta de implantação do Sanatório de Paimio.....	58
Figura 17 - Planta baixa do prédio principal (fase de competição).....	59
Figura 18 - A entrada principal do Sanatório nos dias atuais.....	59
Figura 19 - O terraço solar superior e sua marquise curva.....	61
Figura 20 - Mecanismos de abertura das janelas horizontais.....	62
Figura 21 - A cadeira de Paimio.....	63
Figura 22 - As paredes do lobby.....	63
Figura 23 - A planta de pintura de Eino Kauria.....	64
Figura 24 - O quarto hospitalar original preservado.....	65
Figura 25 - Recepção do Sanatório.....	66
Figura 26 - Corredores onde estão localizados os quartos dos pacientes.....	66
Figura 27 - Corte mostrando a solução de piso intermediário.....	68
Figura 28 - Perspectiva do refeitório mostrando o piso intermediário.....	68
Figura 29 - Perspectiva interna da recepção do sanatório.....	69
Figura 30 - Sanatório durante o verão.....	70
Figura 31 - Marquise do terraço solar e na entrada do sanatório.....	71
Figura 32 - As lâmpadas de leitura.....	72
Figura 33 - Armário e pias disponíveis aos pacientes.....	73



LISTA DE FIGURAS

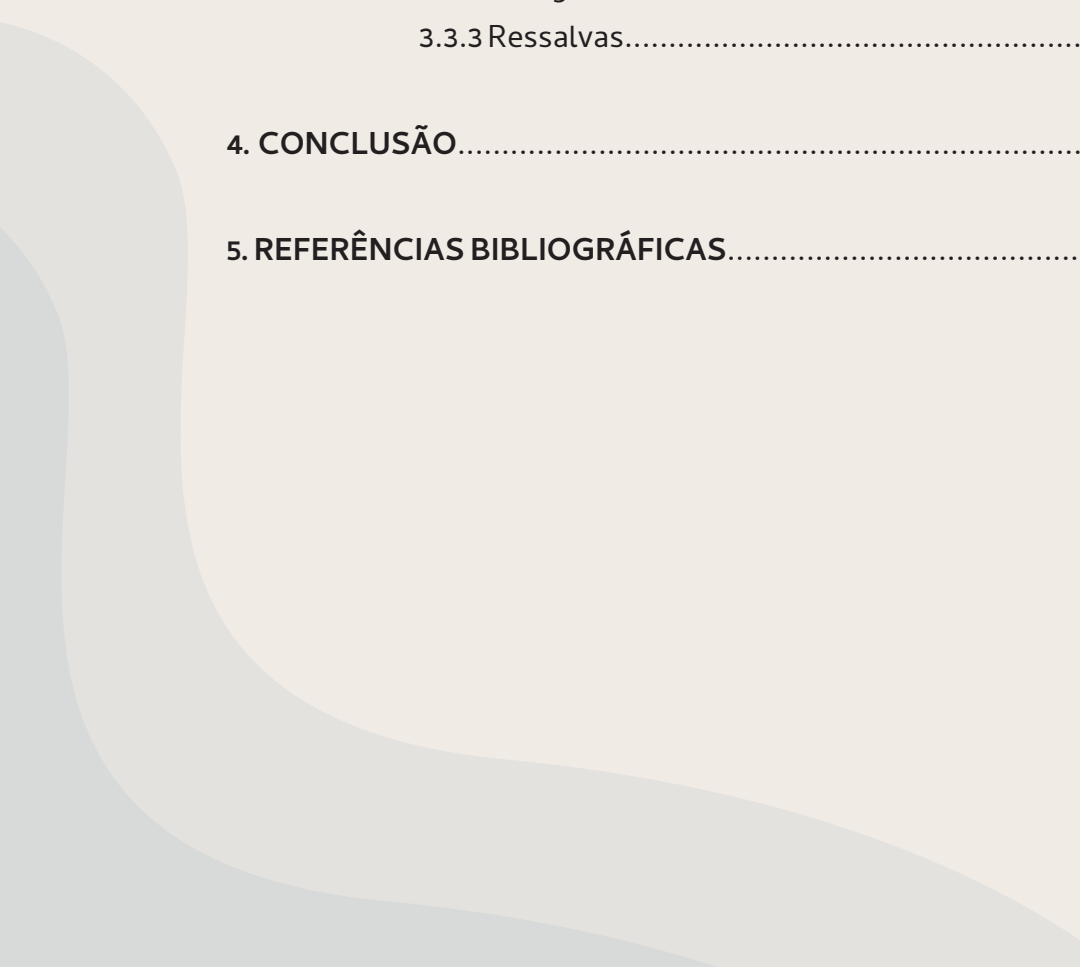
Figura 34 - Projeto da pia silenciosa.....	74
Figura 35 - Um dos corredores da ala dos pacientes.....	75
Figura 36 - O quarto dos pacientes.....	75
Figura 37 - A lareira que nunca foi acesa.....	77





SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. DESENVOLVIMENTO TEÓRICO.....	13
2.1 Neurociência e Arquitetura.....	17
2.1.1 Fundamentos Básicos da Neurociência.....	20
2.1.2 A Neurociência e a Fenomenologia.....	27
2.2 Impactos ambientais sob a ótica da neurociência.....	34
2.2.1 Iluminação.....	35
2.2.2 Biofilia.....	38
2.2.3 Forma.....	41
2.3 Neuroarquitetura no Ambiente Hospitalar.....	43
3. ESTUDO DE CASO.....	47
3.1 A problemática da tuberculose e as origens do Sanatório de Paimio.....	50
3.2 O Projeto.....	57
3.3 Neuroarquitetura e o Sanatório.....	67
3.3.1 Forma arquitetônica.....	67
3.3.2 Design de interiores.....	71
3.3.3 Ressalvas.....	76
4. CONCLUSÃO.....	78
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80



1. INTRODUÇÃO



1. INTRODUÇÃO

Aos 10 e aos 16 anos de idade, Robert S. Ulrich foi acometido com um sério caso de doença renal. Com longos períodos acamado, tanto em sua casa quanto em um hospital, era evidente o contraste entre os ambientes hospitalares melancólicos (e por vezes, brutais) e seu quarto, que possuía uma janela para um enorme pinheiro¹.

Embora os espaços hospitalares fossem mais capacitados para lidar com seu bem-estar do ponto de vista médico, Ulrich relata que acredita que não os cuidados hospitalares, mas a árvore, ajudou em seu estado emocional. Anos depois, ele publicaria um estudo que, para de Paiva (2022), o faria um dos mais influentes pesquisadores do *evidence-based design* (design baseado em evidências)², iniciando uma importante discussão: o ambiente hospitalar em que o paciente está inserido ajudaria em seu processo de cura?

“*View through a Window May Influence Recovery from Surgery*”³ foi publicado em 1984, utilizando dados coletados entre os anos de 1972 a 1981. Nele, 46 pacientes fisiologicamente correspondentes⁴ foram divididos em dois grupos: um, que passaria o pós-operatório em um quarto com vista para uma paisagem natural, e o outro, em um quarto com vista para uma parede de tijolos particularmente monótona. A única variante no tratamento entre os dois grupos era exclusivamente a vista para a janela.

Os resultados foram, no mínimo, intrigantes. Em comparação com o grupo com vista para a parede de tijolos, o grupo com a vista para a paisagem natural:

“(...) tiveram uma estadia pós-operatória reduzida, menos comentários avaliativos negativos dos enfermeiros, tomaram menos doses de analgésicos moderados e fortes e tiveram uma pequena diferença em complicações cirúrgicas menores”⁵.

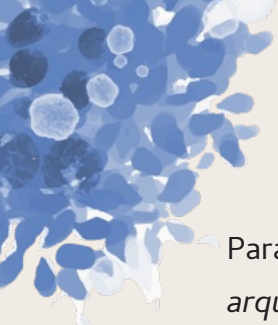
1 MARBERRY, S. O. **A Conversation With Roger Ulrich**. Healthcare Design, out. 2010.

2 DE PAIVA, A. NeuroArquitetura e biofilia: a necessidade primitiva de natureza que o ambiente ajuda a suprir. **NeuroAU**, 2022.

3 Vista de uma janela pode influenciar recuperação pós-operatória. Tradução livre.

4 Isso significa que pacientes cujos aspectos fisiológicos gerais eram semelhantes entre si foram usados como pares durante o estudo.

5 ULRICH, R. S. **View Through a Window May Influence Recovery from Surgery**. 1984 Apr. 27.



Para Eberhard (2009), é “óbvio que nossos cérebros e nossas mentes interagem com as arquiteturas em que vivemos, aprendemos, adoramos e trabalhamos”⁶. Entretanto, apesar do salto no desenvolvimento da neurociência desde a década de 1950, ainda sabemos muito pouco sobre as maneiras, os porquês e em que medida nossos cérebros e mentes interagem com nosso entorno.

A neurociência, desta forma, seria responsável pelas respostas acerca de questões sobre como os ambientes ao nosso redor seriam capazes de influenciar nossa consciência (e talvez, mais importante, inconsciência). Mesmo que outras áreas do conhecimento (como a psicologia, a psicanálise e a antropologia) tenham sido anteriormente relacionadas à arquitetura, a ligação entre arquitetura e neurociência ainda é muito nova, com grande potencial de exploração e discussão.

Desta forma, o objetivo geral deste trabalho é relacionar os diferentes estímulos ambientais à percepção espacial e sensação de bem-estar de pacientes hospitalares. Para tanto, os objetivos específicos são a (I) análise do impacto do ambiente no ser humano através da óptica da neurociência; a (II) análise da influência espacial na experiência do paciente em ambientes hospitalares e; (III) realizar estudo de caso do Sanatório de Paimio, de Alvar Aalto, a fim de abrir a discussão do que faz uma arquitetura hospitalar ser considerada bem sucedida.

A metodologia adotada foi o cotejo de bibliografias sobre a relação entre neurociência e arquitetura, visando obter referenciais teóricos para a argumentação do estudo de caso. Embora seja interessante fundamentar todas as redes neurais e todas as conexões cerebrais responsáveis pelos diferentes estímulos e reações a serem, mais abaixo neste trabalho, estudados, isso foge do escopo da pesquisa em si, bem como da área de estudo a que este trabalho se apresenta (arquitetura). Por isso, a análise teve como ponto de partida estudos já desenvolvidos no campo da neurociência, aplicando suas conclusões à análise do trabalho, em oposição a se propor a chegar a estas conclusões de forma independente.

6 EBERHARD, J. P. **Brain Landscape and the Coexistence of Neuroscience and Architecture**. Nova Iorque: Oxford University Press Inc., 2009. Tradução livre. Pág. 02.

2. DESENVOLVIMENTO TEÓRICO



2. DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

Embora novo, o campo da *neuroarquitetura* vem, progressivamente, adquirindo maior expressividade. Da fundação da ANFA (*Academy of Neuroscience for Architecture*, ou Academia de Neurociência para Arquitetura) até a inclusão de neurociência nos componentes curriculares de cursos de arquitetura⁷, observa-se uma tendência de crescimento exponencial das discussões relacionadas à *neuroarquitetura*. De acordo com Villarouco:

“É muito provável que a maioria de nós (...) já tenha se deparado com matérias em revistas ou jornais abordando algumas palavras que iniciam com o termo *neuro*. Podem ter sido a neuroeducação, o neuromarketing, o neurobusiness e tantos outros (...). Fato é que temos assistido a um forte crescimento das pesquisas da neurociência aplicada a diversos ramos do conhecimento. Isso é algo positivo, já que parece que estamos nos conscientizando do quanto o cérebro é estimulado por tudo que acontece ao nosso redor”⁸.

Para Villarouco, “*não só a neurociência nos explica como uma reação específica acontece, como ela nos mostra porque isso ocorreu*”⁹. O estudo da neurociência aplicado à arquitetura pode nos ajudar a responder às mais diferentes questões, trazendo à tona não somente o porquê do ambiente influenciar em seus usuários, mas também como e em que medida isso ocorre.

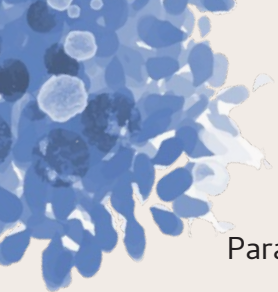
A interdisciplinaridade entre diversos campos de atuação e a neurociência vêm se mostrando extremamente proveitosos. Na educação, por exemplo, o conhecimento dos conceitos de memória e plasticidade cerebral torna-se fundamental para a contribuição da qualidade pedagógica¹⁰. O conhecimento de como nosso cérebro funciona dá aos arquitetos uma base teórica sólida, científica e segura, onde podemos exercer nossa criatividade compreendendo não apenas os desejos – mas as necessidades dos usuários e dos ambientes a serem projetados.

7 Os cursos de arquitetura da NewSchool of Architecture + Design (NSAD) em San Diego, Califórnia e da University of Arizona em Tucson, Arizona implementaram componentes curriculares relacionados à neurociência.

8 VILLAROUCO, V. et al. **Neuroarquitetura: A neurociência no ambiente construído**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. Pág. 15.

9 *Ibidem*. Pág. 16.

10 GONÇALVES, J. L.; SANTOS, C. A.; TIMBÓ, D. B. S.; SOUSA, I. C.. **A Neurociência e sua contribuição para a aprendizagem**. VI Congresso Nacional de Educação – Conedu. 2018.



Para Pallasmaa (2015), a Arquitetura é “*um reino profundamente enraizado biologicamente, culturalmente e mentalmente, mas hoje frequentemente negligenciado em estudos teóricos, educação assim como na prática profissional*”¹¹. Para o autor, o estudo das ciências biológicas e da neurociência abrirão portas para a essência de nossos cérebros, funções mentais e consciências, valorizando assim a interação entre a mente humana e a arquitetura, “revelando complexidades ocultas que vêm escapando nossas análises racionais e métricas”¹².

Ainda sobre a temática, Pallasmaa acrescenta:

“Eu acredito que a neurociência pode dar suporte aos objetivos mentais do design e das artes, que estão sob perigo de serem desconsiderados por sua “inutilidade” e aparente subjetividade. As novas ciências biológicas podem nos emancipar dos limites do “realismo ingênuo” de nossa cultura. A Arquitetura tem suas qualidades utilitaristas nos reinos da racionalidade e da métrica, mas seus valores mentais estão geralmente ocultos em metáforas incorporadas e interações inconscientes inefáveis; que só pode ser encorajada, experienciada e vivida”¹³.

Entretanto, como ressalta Villarouco¹⁴, o campo ainda é relativamente recente e exige a seriedade de estudos e pesquisas aprofundadas a fim de chegarmos a conclusões reais, não motivadas por tendências efêmeras. Basta lembrar o fiasco do cor-de-rosa Baker-Miller¹⁵ para nos atermos ao rigor científico, mesmo com todas as fascinantes possibilidades que os estudos da neurociência podem proporcionar ao processo projetual e às nossas decisões acerca do design do ambiente construído.

11 PALLASMAA, (2015) pág. 07. *In*: **Architecture and Neuroscience**. Tradução livre.

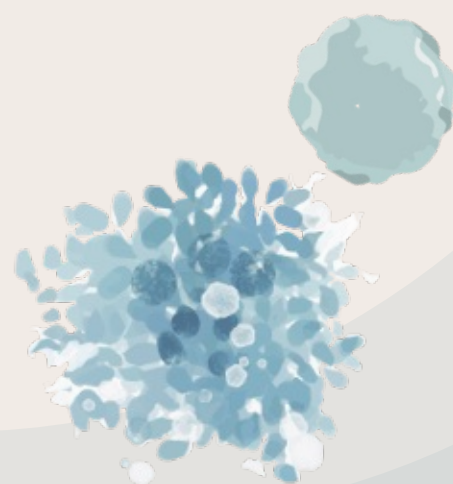
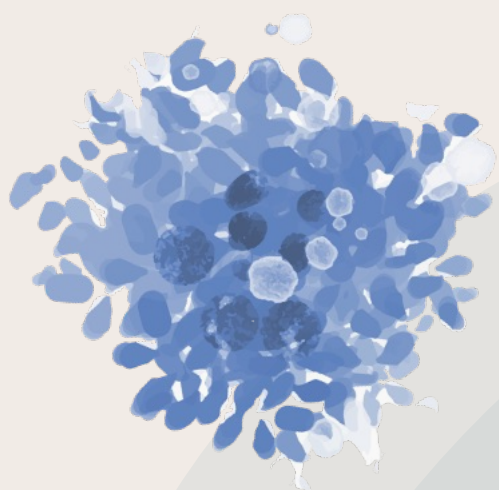
12 *Ibidem*.

13 *Ibidem*.

14 VILLAROUCO, V. et al. **Neuroarquitetura: A neurociência no ambiente construído**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. Pág. 16.

15 Várias prisões ao redor do mundo pintaram suas celas de um tom de cor-de-rosa específico, chamado de Baker-Miller (em homenagem aos diretores de uma prisão Naval em Seattle que aderiu à tendência) a fim de diminuir a agressividade de seus detentos mais violentos, apenas para ser concluído 30 anos depois de que a cor não diminuía a agressividade dos prisioneiros, como documentado em: GENSCHOW, O.; NOLL, T.; WÄNKE, M. **Does Baker-Miller pink reduce aggression in prison detention cells? A critical empirical examination**. Dec. 2014.

Deste modo, um estudo aprofundado deste tema pode contribuir para amplificar o entendimento acerca dos desejos e necessidades dos usuários de determinado espaço (em especial, para este trabalho, no que tange aos ambientes hospitalares destinados ao fluxo e estadia de pacientes).



2.1 Neurociência e Arquitetura

Embora construtores e arquitetos antigos tenham compreendido intuitivamente o que há no cerne entre essas duas áreas do conhecimento, eles ainda não possuíam um termo assertivo para tal, tampouco as ferramentas para medir seu impacto.¹⁶

Vitrúvio em seu tratado “*Da Arquitetura*”, pontua a importância da interdisciplinaridade no ofício da arquitetura, visto que, para ele, o arquiteto deveria ter conhecimentos sobre acústica hidráulica, geometria, ótica, astronomia, meteorologia, pintura e escultura, história, filosofia, ciências naturais, e, já em seu tempo¹⁷, a medicina¹⁸.

Segundo Ramos (2011), esse pensamento já era corroborado por Alberti, quando disse:

“Antes de prosseguir acho que seria conveniente dizer a quem exatamente eu chamo de arquiteto; pois não colocarei diante de vós um carpinteiro e vos pedirei que vejais como o equivalente de homens profundamente versados nas outras ciências (...). Chamarei de arquiteto aquele que, com razão e preceito seguros e maravilhosos sabe em primeiro lugar como dividir as coisas com sua mente e inteligência, e, em segundo, como, ao levar a cabo sua tarefa, colocar corretamente juntos todos aqueles materiais que, pelo movimento dos pesos e a associação e acúmulo dos corpos, podem servir com sucesso e dignidade às necessidades do homem”.¹⁹

Para Pallasmaa (2015), a própria arquitetura seria considerada uma “*disciplina híbrida e “impura”*”, contendo ingredientes de categorias “*conflitantes e irreconciliáveis, como tecnologias materiais e intenções mentais, construção e estética, fatos físicos e crenças culturais, conhecimento e sonhos, passado e futuro*”²⁰. E para o mesmo, é evidente que a ciência vem sendo apenas aplicada no que tange a parte técnica, física e material da arquitetura, enquanto que o “*reino mental*” tem sido tratado apenas pela intuição artística.

Ademais, ainda no que tange à intersecção entre a ciência e a arquitetura, frisa-se que para alguns autores, a relação entre neurociência e arquitetura teve início quando o pesquisador Jonas Salk, passando por um bloqueio mental, viajou à Assisi, onde encontrou

16 VILLAROUCO, V. et al. **Neuroarquitetura: A neurociência no ambiente construído**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. Pág. 232.

17 É estimado que Vitrúvio viveu entre 88 a.C. e 26 a.C.

18 LEÃO, N. M (2018). Vitrúvio: A escrita de um arquiteto antigo - século I a.C. **Oficina do Historiador**, Porto Alegre, EDIPUCRS, v. 11, n. 2, jul./dez. 2018. Pág. 187.

19 ALBERTI *apud* RAMOS (2011).

20 PALLASMAA (2015), pág. 04. *In: Architecture and Neuroscience*. Tradução livre.

a peça que faltava para o quebra-cabeças da vacina da poliomielite. Completamente convencido de que a atmosfera da cidade italiana havia sido essencial para a descoberta, o pesquisador contactou o arquiteto Louis Khan a fim de criar um centro que pudesse reproduzir as condições ambientais ideais para a criatividade entre pesquisadores. O Instituto Salk (figura 01), assim, foi inaugurado na década de 1960, se tornando um marco para a *neuroarquitetura*²¹.



Figura 01: Instituto Salk projetado pelo arquiteto Louis Khan. Com seu projeto flexível e sua integração espacial, a edificação possui cerca de 70% de seu material original preservado. Fonte: Archdaily (2018).

No entanto, apesar de muitos estudiosos da neuroarquitetura apontarem o Instituto Salk como seu nascimento, foi apenas quando o neurocientista Fred Gage (que trabalhava no laboratório de genética do Instituto, coincidentemente) descobriu que o cérebro continuava produzindo neurônios durante a fase adulta, o que o fez interessar-se pela

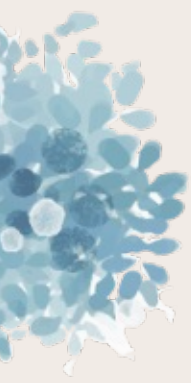
influência, estrutura e funcionamento de nossos cérebros. Assim se deu a fundação da ANFA, quando John Eberhard uniu-se à Gage e a diversos outros (como Albright, Koonce, Penney etc)²² com o objetivo de *“investigar o que o design espacial do século XXI precisa (saber) para melhorar o nosso bem estar, aumentar a performance, diminuir o estresse e a fadiga das cidades”*²³.

A *neuroarquitetura* tornou-se possível através de avanços na neurobiologia, como ele-

21 CONNECTIONS. **Neuroarchitecture: intelligently designed buildings.** Connections by Finsa.

22 ANFA. The Academy of Neuroscience for Architecture. **History.**

23 CONNECTIONS. **Neuroarchitecture: intelligently designed buildings.** Connections by Finsa.



troencefalogramas, eletrocardiogramas e sensores de suor por exemplo, com objetivo de obter uma medição objetiva de como o corpo humano reage a determinado estímulo arquitetônico²⁴. Isso possibilita que futuros arquitetos sejam capazes de projetar seus espaços com esses dados em mente, conseguindo expressar no ambiente construído a esfera emocional humana com uma base teórica cientificamente sólida.

Para Mallgrave, *“algo parece estar faltando da prática arquitetônica contemporânea”*, estando muitas vezes centrada em *“novidades na forma”* ou em *“demonstração de personalidade”*. Ainda, o que *“parece estar faltando”*, na visão do autor, seria *“um entendimento de quem somos como seres humanos – quais são nossas reais necessidades, sonhos e desejos? Quem são essas pessoas para quem projetamos?”*²⁵

Uma preocupação constante aos céticos acerca das contribuições da interdisciplinaridade é do exacerbado foco na racionalidade, ou no “engessamento” dos processos criativos. Entretanto, para Mallgrave:

“(A) Ciência não pode de forma alguma formular teorias em relação ao design arquitetônico. O que a ciência pode fazer, entretanto, é nos oferecer um retrato cada vez mais revelador de quem somos, de onde viemos, e para onde podemos estar indo, evolutivamente falando.”²⁶

Ainda, o autor acrescenta:

“A informação a ser recolhida de novas pesquisas não irá, de forma alguma, inibir os avanços tecnológicos ou reduzir o pensamento criativo. Em verdade, acredito que será o contrário, porque esses novos modelos oferecerão aos arquitetos um meio de repensar suas tarefas e suprir o design com uma base teórica mais sólida – porque conhecer a nós mesmos, como Sócrates sem dúvida concordaria, nos ajudará a entender melhor as pessoas para quem construímos.”²⁷

Ou seja, a neurociência não é capaz de destituir do processo projetual sua criatividade e seu caráter subjetivo; do contrário, ele se propõe a auxiliá-lo.

24 CONNECTIONS. **Neuroarchitecture: intelligently designed buildings**. Connections by Finsa.

25 MALLGRAVE, pág. 24. In: **Architecture and Neuroscience**. Tradução livre.

26 *Ibidem*. Pág. 26.

27 *Ibidem*. Pág. 41.



2.1.1 Fundamentos Básicos da Neurociência

Para a professora Vilma Villarouco, “falar de neuroarquitetura sem entender o “neuro” nessa relação nos parece contraproducente”²⁸. Desse modo, resta evidente que, para aqueles que integram a classe de arquitetos, pouco adianta a leitura das pesquisas realizadas e das novas descobertas se, junto a isto, não houver a compreensão acerca do funcionamento básico das estruturas nelas citadas.

Posto isso, frisa-se que, para que tal compreensão seja alcançada, é necessário entender, ainda que minimamente, o funcionamento do sistema nervoso humano. Releva ponderar, portanto, que o sistema nervoso (SN) é responsável por coordenar, integrar, analisar e armazenar as informações recebidas a partir dos estímulos ao nosso redor²⁹, sendo subdividido (figura 02) entre sistema nervoso central (SNC) e sistema nervoso periférico (SNP). O SNC é composto pelo encéfalo e pela medula espinhal, enquanto que o SNP é composto em sua maior parte pelos nervos espinhais (associados à medula espinhal) e pelos nervos cranianos (associados ao encéfalo)³⁰.

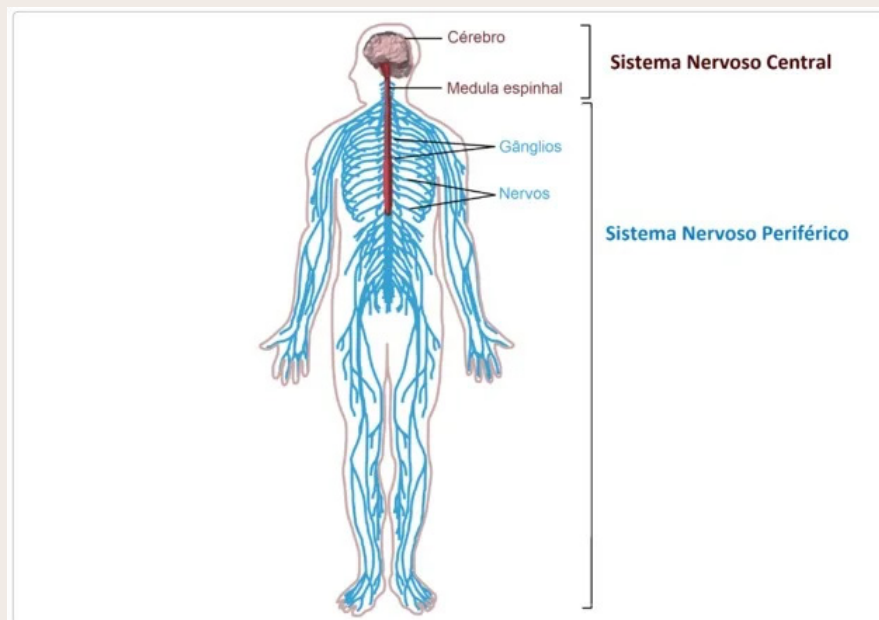


Figura 02: Divisão do sistema nervoso em SNC e SNP. Imagem da internet. Fonte: DIANA, J. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/sistema-nervoso-periferico/>>.

28 VILLAROUCO, V. et al. **Neuroarquitetura: A neurociência no ambiente construído**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. Pág. 34.

29 *Ibidem*. Pág. 30.

30 PAULSEN, F.; WASCHKE, J. **Sobotta: Atlas de Anatomia Humana**. Volume 3: cabeça, pescoço e neuroanatomia. Tradução por Eliane Garcia Diniz et. al. 24. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018. Pág. 270.

Protegido na cavidade craniana e no canal vertebral, o SNC é responsável pelo armazenamento de experiências e conhecimentos (a nossa memória), o desenvolvimento de ideias (nossos pensamentos) e de emoções. Age, além disso, no ajuste rápido de nosso organismo em relação às alterações do meio externo e do meio interno.

Por seu turno, o SNP proporciona a comunicação entre o SNC e os demais órgãos de nosso organismo, controla a atividade muscular e visceral e atua na comunicação entre o meio externo e o meio interno (nossas sensações) através de seus receptores (figura 03).

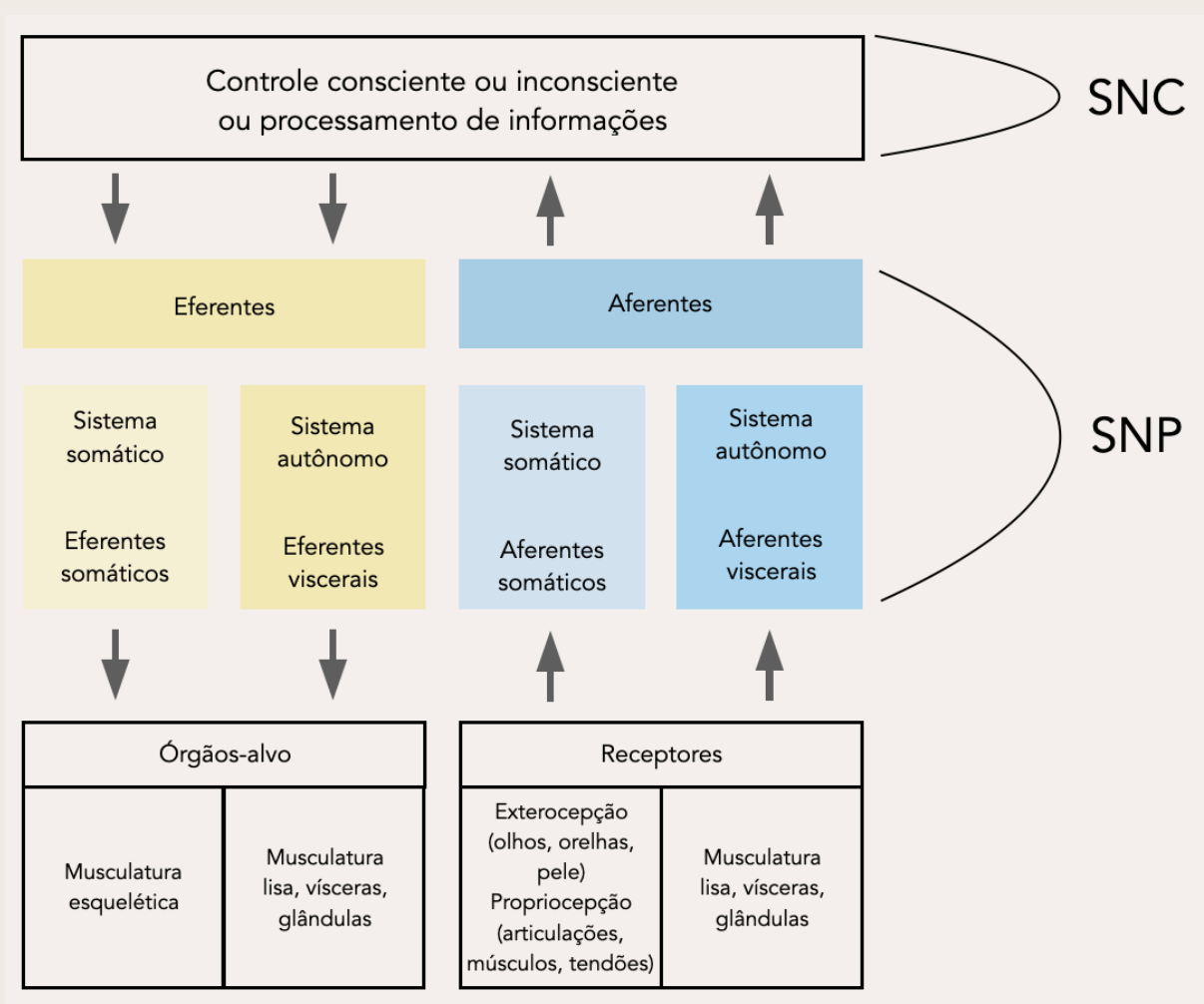


Figura 03: Estrutura funcional do SN. Subdividido entre SNC e SNP. Os nervos eferentes são aqueles que enviam sinais do SNC para outros músculos e glândulas, enquanto que os nervos aferentes são aqueles que enviam sinais da periferia do corpo (estímulos sensoriais) para o SNC. Adaptação de: PAULSEN, F. WASCHKE, J. (2010) pág. 270.

O encéfalo, protegido pelo crânio, pelas meninges e por milhões de pequenas células gliais³¹ que se interconectam, é dividido em três estruturas (figura 04) - o cérebro, o cerebelo e o tronco encefálico. O bulbo, região que se conecta diretamente à medula,

participa das funções vitais (como batimentos cardíacos, pressão sanguínea, centro respiratório e centro do vômito). A ponte, que é a região mediana, funciona como uma estação para as informações que vão do cérebro para o cerebelo. E a porção superior do tronco encefálico é o mesencéfalo, onde estão os colículos superiores e inferiores, responsáveis por conexões às vias auditivas³².

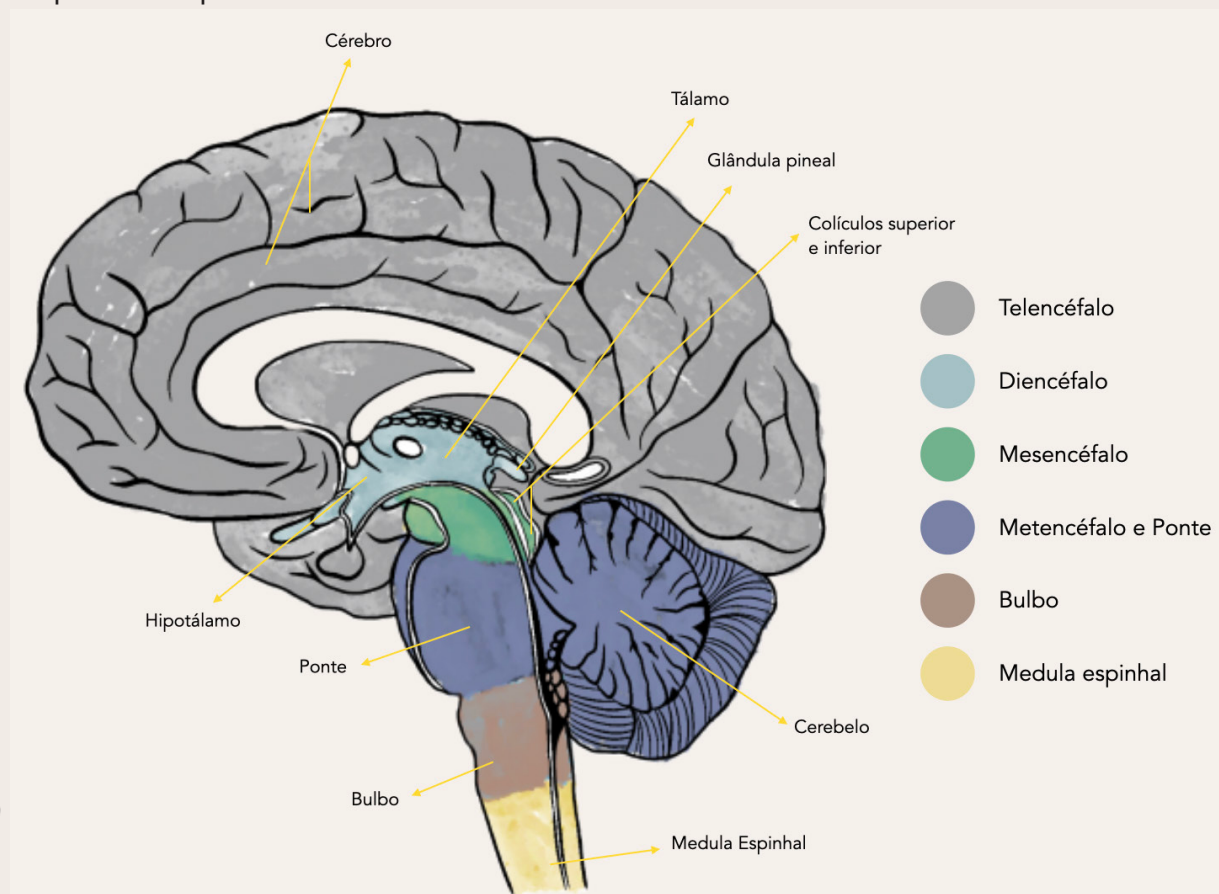


Figura 04: Seção das estruturas encefálicas. Adaptação de: PAULSEN, F.; WASCHKE, J. **Sobotta: Atlas de Anatomia Humana**. Volume 3: cabeça, pescoço e neuroanatomia. Tradução por Eliane Garcia Diniz et. al. 24. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018. Pág. 271.

Outra importante estrutura localizada no encéfalo é o cerebelo. Envolvido em funções como movimento involuntário, postura corporal, equilíbrio, tônus muscular, coordenação motora e aprendizagem motora, é uma estrutura de extrema importância tanto

31 VILLAROUÇO, V. et al. **Neuroarquitetura: A neurociência no ambiente construído**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. Pág. 31.

32 VILLAROUÇO, V. et al. **Neuroarquitetura: A neurociência no ambiente construído**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. Pág. 32.

para a neurociência quanto para sua relação com a arquitetura (já que, dependemos do cerebelo para interagir com o nosso espaço ao andar, correr, andar de bicicleta, entre outros)³³.

O cérebro, tecnicamente, é definido como as estruturas encefálicas superiores (o telencéfalo e o diencéfalo). Este último se configura como um conjunto de estruturas subcorticais³⁴ como o tálamo, o hipotálamo, subtálamo e epitálamo. Cada uma delas funciona de maneira integrada a outras áreas cerebrais e assumem diferentes funções relacionadas a como identificamos e reagimos ao mundo ao nosso redor.

Por exemplo, o tálamo lida com a motricidade, a sensibilidade, o comportamento emocional e a ativação cortical, além de desempenhar um papel em nosso mecanismo de alerta. Já o hipotálamo lida com a atividade visceral, coordenando a homeostasia e também participa do controle emocional. O subtálamo faz parte do circuito motor, e, por fim, o epitálamo possui função endócrina devido à sua conexão com a glândula pineal³⁵ (que será abordada novamente neste trabalho devido à sua importância na regulação do nosso ciclo circadiano).

O telencéfalo, por sua vez, possui dois hemisférios (o esquerdo e o direito), incompletamente separados pela fissura longitudinal e pelo corpo caloso, que liga um ao outro a partir de milhões de fibras nervosas³⁶. É dividido em cinco lobos - frontal, temporal, parietal, occipital e insular. Dessas estruturas, é importante falar sobre a amígdala e o hipocampo, ambos localizados no lobo temporal, sendo a primeira relacionada às respostas emocionais e aos impulsos motivacionais, e o segundo na consolidação da memória (inclusive, a emocional)³⁷.

33 VILLAROUÇO, V. et al. **Neuroarquitetura: A neurociência no ambiente construído**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. Pág. 33.

34 Estruturas subcorticais são todas aquelas que se localizam abaixo do córtex do telencéfalo.

35 VILLAROUÇO, V. et al. **Neuroarquitetura: A neurociência no ambiente construído**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. Pág. 33.

36 PUC RIO. **Fundamentos em Bio-Neuro Psicologia**.

37 ESPERIDIÃO-ANTONIO, V. et al. **Neurobiologia das emoções**. 2008.

O cérebro é composto por dois tipos de células - os neurônios e os gliócitos (ou, células gliais³⁸). O neurônio (figura 05) é uma célula excitável, responsável pelo processamento e transmissão de sinais químicos e/ou elétricos em zonas de contato (denominadas fendas sinápticas) entre dois neurônios (ou, entre um neurônio e uma célula muscular)³⁹.

Os gliócitos, por sua vez, são um conjunto de células não neurais que desempenham a função da infraestrutura do sistema nervoso. Eles “*nutrem as outras células, dão sustentação mecânica, controlam o metabolismo dos neurônios*”⁴⁰. As células da glia, portanto, são responsáveis por possibilitar que os neurônios funcionem em primeiro lugar⁴¹.

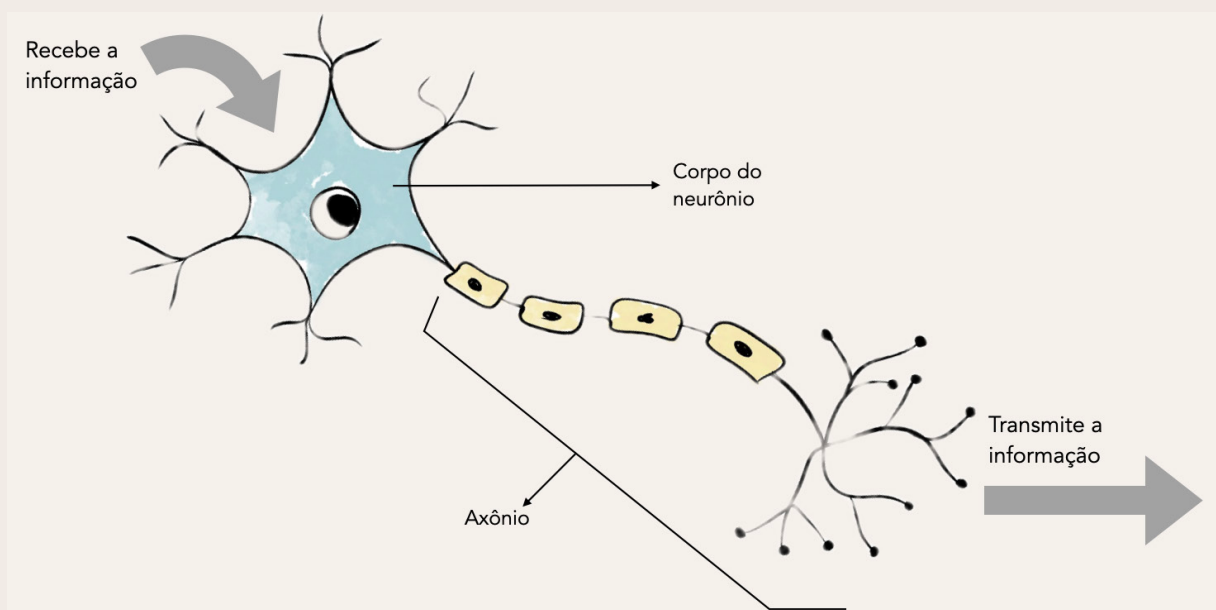


Figura 05: Estrutura do neurônio. Adaptação de: VILLAROUÇO, V. et al. **Neuroarquitetura: A neurociência no ambiente construído**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. Pág. 36.

Conclui-se, assim, que os pensamentos, as percepções, as memórias e tudo que atribuímos às conclusões objetivas e subjetivas são produto direto das conexões (sinapses) entre nossos neurônios.

38 GOMES, F. C. A. G; TORTELLI, V. P.; DINIZ, L. **Glia: dos velhos conceitos às novas funções de hoje e as que ainda virão**. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142013000100006>.

39 VILLAROUÇO, V. et al. **Neuroarquitetura: A neurociência no ambiente construído**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. Pág. 34.

40 LENT *apud* VILLAROUÇO, pág. 35. In: **Neuroarquitetura: A neurociência no ambiente construído**.

41 VILLAROUÇO, V. et al. **Neuroarquitetura: A neurociência no ambiente construído**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. Pág. 35.

“Falar de cérebro é falar de conexão”⁴², afinal. O sistema neural humano ainda foge da completa compreensão humana. Contudo, hoje já sabemos que cada neurônio possui, em média, 7000 conexões sinápticas, o que resulta em aproximadamente cerca de 500 trilhões de sinapses⁴³.

As sinapses são conexões especializadas em que uma célula se comunica e influencia diretamente em outra célula através da transmissão de um sinal elétrico ou químico. Nos neurônios, as terminações dos axônios estabelecem ligações com os dendritos de outro(s) neurônio(s)⁴⁴.

Existem dois tipos de sinapses: as elétricas e as químicas (figura 06). Nas sinapses elétricas, as membranas dos neurônios (ou, as membranas pré e pós-sinápticas) se comunicam através de canais capazes de passar corrente elétrica. Já nas sinapses químicas, que compõem a maior parte das sinapses no SNC humano⁴⁵, o neurônio pré-sináptico libera substâncias químicas (os neurotransmissores), que atravessam a fenda sináptica e se ligam aos receptores da célula pós-sináptica⁴⁶.

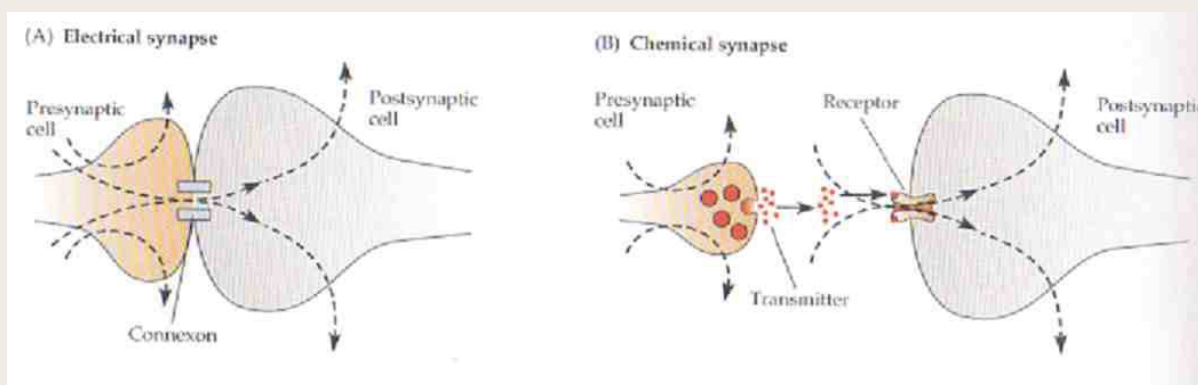


Figura 06: Esquemas gráficos da sinapse elétrica e da sinapse química. Fonte: NICHOLLS *et al*, 2001, in BRITTO LEITE (2007): p. 267.

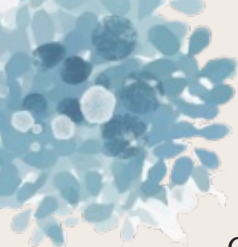
42 VILLAROUÇO, V. et al. **Neuroarquitetura: A neurociência no ambiente construído**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. Pág. 34.

43 PALLASMAA, pág. 6. *In*: **Architecture and Neuroscience**. Tradução livre.

44 MOREIRA, C. Sinapse. **Revista de Ciência Elementar**, V2(4):317, 2014.

45 GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Guyton & Hall: Tratado de Fisiologia Médica**. Tradução de Elsevier Editora Ltda. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2017, 1097 p. Pág. 580.

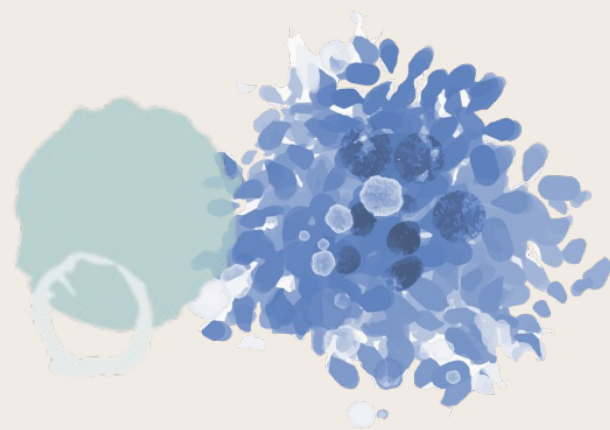
46 MOREIRA, C. Sinapse. **Revista de Ciência Elementar**, V2(4):317, 2014.



Os neurotransmissores são substâncias químicas secretadas pelo neurônio pré-sináptico que atua em proteínas receptoras presentes na membrana do neurônio pós-sináptico a fim de inibir, excitar ou modificar a sensibilidade dessa célula⁴⁷. Eles podem ser chamados de “mediadores químicos”, que são responsáveis por estimular os dendritos dos outros neurônios⁴⁸.

Nos últimos anos, mais de 40 neurotransmissores importantes foram descobertos⁴⁹, como a serotonina, a dopamina, o ácido gama-aminobutírico (GABA), glutamato, nora-drenalina, acetilcolina, ocitocina, endorfina, histamina, epinefrina, norepinefrina e glicina. Embora a maioria dos neurotransmissores possam ser caracterizados por certos tipos de atividades cerebrais (como por exemplo, a dopamina à motivação, a serotonina às emoções, etc.), essas classificações acabam aparecendo como representações “ultrassimplificadas” dessas substâncias⁵⁰, considerando que uma mesma substância (ou conjunto de substâncias) pode produzir os mais diversos estímulos no nosso SNC.

Porém, o que foi dito até então apenas explica como o nosso SN apreende as informações recebidas a partir de nossos receptores. A seguir, este trabalho irá abordar como o SNP apreende o espaço ao nosso redor (e, por consequência, evidenciando a importância dos nossos sentidos).



47 GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Guyton & Hall: Tratado de Fisiologia Médica**. Tradução de Elsevier Editora Ltda. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2017, 1097 p. Pág. 580.

48 VILLAROUÇO, V. et al. **Neuroarquitetura: A neurociência no ambiente construído**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. Pág. 35.

49 GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Guyton & Hall: Tratado de Fisiologia Médica**. Tradução de Elsevier Editora Ltda. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2017, 1097 p. Pág. 580.

50 VILLAROUÇO, V. et al. **Neuroarquitetura: A neurociência no ambiente construído**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. Pág. 35.

2.1.2 A Neurociência e a Fenomenologia

À vista do até aqui exposto, o SN humano funciona e processa as informações recebidas, sendo de extrema importância, portanto, compreender como as obtemos. Conforme dito anteriormente, a comunicação entre o exterior e o interior é responsabilidade do SNP. Isso significa que as células receptoras do SNP irão apreender os estímulos ambientais e enviar informações para o SNC a fim de serem analisadas. Isso ocorre a partir dos nossos sentidos (visão, olfato, tato, audição e paladar). Para Guyton e Hall (2017):

“Muitas atividades do sistema nervoso se iniciam pelas experiências sensoriais que excitam os receptores sensoriais, sejam os receptores visuais nos olhos, os receptores auditivos nos ouvidos, os receptores táteis na superfície do corpo, ou receptores de outros tipos. Essas experiências sensoriais podem provocar reações cerebrais imediatas ou essas informações podem ser armazenadas no cérebro, sob a forma de memória, por minutos, semanas, ou anos, e determinar reações do organismo em data futura.”⁵¹

O âmbito das percepções sensoriais, apesar de toda sua subjetividade, é mais familiar ao arquiteto do que os ensinamentos da neurociência, embora um esteja intrinsecamente ligado ao outro. Há séculos, ainda que empiricamente - e de maneira inconsciente -, é frequente que os arquitetos se utilizem de apreensões sensoriais e condicionantes subjetivas (como cultura e contexto) para que sejam projetados não apenas edifícios, mas verdadeiras experiências arquitetônicas.

A disciplina da fenomenologia é definida como “*o estudo de estruturas da experiência, ou consciência. Literalmente, a fenomenologia é o estudo de fenômenos*”⁵². Historicamente falando, a fenomenologia surgiu durante a primeira metade do século XX através de pensadores como Husserl, Heidegger, Merleau-Ponty, Sartre *et al.* Para eles, ela seria a fundamentação de toda a filosofia⁵³.

Para Husserl, o fenômeno seria o modo como algo se apresenta para cada consciência⁵⁴, de modo que cada indivíduo experimenta o fenômeno de uma forma diferente. É extremamente subjetivo, considerando que não se há resposta precisa, apenas um pro-

51 GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Guyton & Hall: Tratado de Fisiologia Médica**. Tradução de Elsevier Editora Ltda. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2017, 1097 p. Pág. 577.

52 STANFORD. **Phenomenology**. Stanford Encyclopedia of Philosophy, nov. 2003.

53 STANFORD. **Phenomenology**. Stanford Encyclopedia of Philosophy, nov. 2003.

54 GARCIA, S. **Fenomenologia e experiências sensoriais em interiores**. Revista IntraMuros, jan. 2021. 4ª ed.

cesso, um percurso⁵⁵. Na arquitetura, a fenomenologia se configura como o estudo - e a exploração - da experiência dos edifícios a partir das percepções do usuário daquele determinado espaço.

Os estudos da fenomenologia envolvem o pensamento, a memória, a imaginação, a emoção, o desejo, atividade social e a percepção⁵⁶. Para Frostig (1980), a “*percepção visual (...) é a faculdade de reconhecer e discriminar os estímulos visuais e de interpretá-los, associando-os às experiências anteriores (...)*”⁵⁷. Para Villarouco (2021):

“A percepção é então esse processo de colocar as informações dentro do que a memória permite reconhecer, unidas a fim de identificar situações de perigo, posicionamento espacial, reconhecimento de formas. Contudo, parte desse reconhecimento envolve preencher lacunas e reaproveitar padrões mais recorrentes, anulando certos elementos de variabilidade de informações nesse processo. Essa característica de funcionamento é o que favorece a existência de fenômenos cognitivos como a constância perceptiva e as ilusões perceptivas”⁵⁸.

A constância perceptiva é o fenômeno onde as informações recebidas do ambiente divergem, no entanto, a percepção permanece igual. Por exemplo, o tom de pele, a dimensão dos detalhes do rosto, o formato do corpo, as roupas de uma pessoa permanecem os mesmos ao serem observados em diferentes iluminações ao longo do dia. É o que faz o ser humano de ser capaz de reconhecer um indivíduo quando o mesmo corta seus cabelos, ou modifica sua maquiagem⁵⁹.

Existem constâncias perceptivas de forma, tamanho e cor. A da forma nos permite o reconhecimento do rosto, objetos, estímulos a partir do desprezo de alguns elementos que não correspondem ao que o cérebro do indivíduo já tenha aprendido. A constância de tamanho envolve a interpretação da variação espacial ocupa em relação ao ser humano e aos outros elementos ambientais. Por fim, a constância da cor é o fenômeno em que uma superfície ou objeto possui a mesma cor independentemente das mudanças

de luz - ou seja, independentemente da mudança dos comprimentos de onda captados

55 GARCIA, S. **Fenomenologia e experiências sensoriais em interiores**. Revista IntraMuros, jan. 2021. 4ª ed.

56 STANFORD. **Phenomenology**. Stanford Encyclopedia of Philosophy, nov. 2003.

57 FROSTIG (1980) *apud* ALVES (2011).

58 VILLAROUCO, V. et al. **Neuroarquitetura: A neurociência no ambiente construído**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. Pág. 50

59 *Ibidem*. Págs. 50-51

pelos olhos⁶⁰.

O Partenon (figura 07) é um exemplo de como o pensamento arquitetônico pode ser influenciado pelas percepções humanas. O edifício, de acordo com Villarouco (2021), faz uso da êntase (figura 08), uma técnica projetual que *“auxilia na redução da ilusão de ótica gerada por uma coluna quando as duas linhas do limite visual do fuste parecem curvar para dentro”*⁶¹.



Figura 07: Partenon na Acrópole de Atenas, na Grécia. As colunas do templo são dispostas de forma ritmada. Fonte: WIKIPÉDIA. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Partenon>>.

60 VILLAROUCO, V. et al. **Neuroarquitetura**: A neurociência no ambiente construído. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. Págs. 51-53.

61 *Ibidem*. Pág. 54.

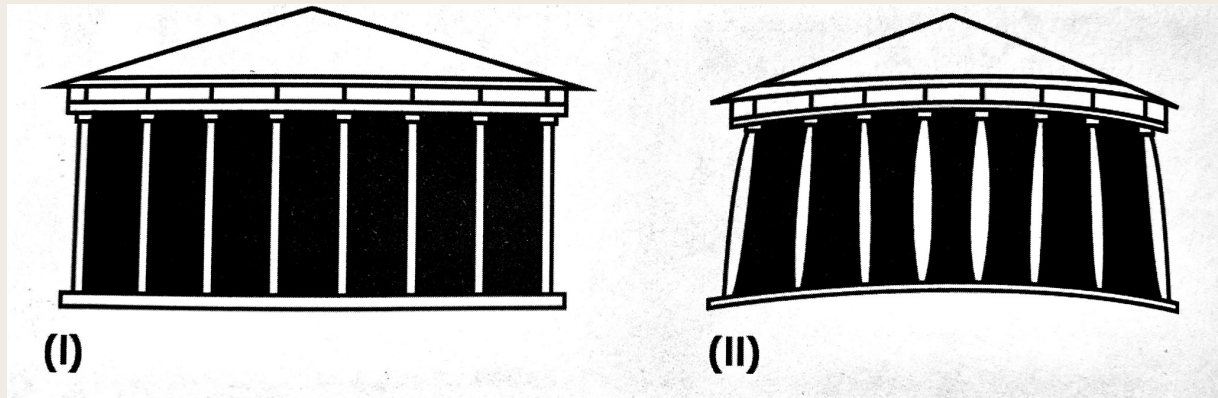


Figura 08: Diagramas de ilusão de óptica do Partenon: (I) A percepção de seu projeto, e (II) Exageração das deformações utilizadas de acordo com a êntase. Fonte: VILLAROUCO, V. et al. **Neuroarquitetura: A neurociência no ambiente construído**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. Pág. 56.

Para um usuário cujo todos os sentidos humanos encontram-se ativos, a apreensão espacial é majoritariamente visual e cinestésica⁶². Consequentemente, a prática projetual arquitetônica vem sendo majoritariamente orientada pela visão, afinal, humanos são seres predominantemente visuais⁶³, e arquitetos como Le Corbusier até chegaram a afirmar que “(eu) apenas existo na vida se eu puder ver”⁶⁴. Pallasmaa aponta que a “(...) *arquitetura de nosso tempo está se transformando na arte “retinal” do olho. Arquitetura em geral vem se tornando uma arte de imagem impressa fixada pelo olhar apressado de uma câmera*”⁶⁵.

Entretanto, assim como a experiência visual e a cinestésica, os outros sentidos – como audição, olfato e tato – não são apenas fenômenos fisiológicos; também são habilidades que podem ser aprimoradas⁶⁶. Ao incentivar que o indivíduo se aproprie do espaço por nossos sentidos “não dominantes”, o arquiteto é capaz não apenas de exercitar o cérebro, mas também de solidificar aquele ambiente na memória do usuário de forma que apenas a visão não é capaz de fazer.

62 RTF. **Coming back to our senses: What is Phenomenology in Architecture?** Rethinking the Future ©2022.

63 HUTMACHER, 2019, LEVIN, 1993, POSNER, NISSEN & KLEIN, 1976 *apud* SPENCE 2020.

64 LE CORBUSIER *apud* SPENCE, 2020.

65 PALLASMAA *apud* SPENCE, 2020.

66 RTF. **Coming back to our senses: What is Phenomenology in Architecture?** Rethinking the Future ©2022.

Para o professor Alain Berthoz⁶⁷ (1997), “a percepção, que é ação simulada, deve encontrar no entorno dos objetos naturais ou artificiais o que evoca ação”. Com a substituição do mundo natural pelo mundo artificial (cidades, trens, aviões), ele destaca a responsabilidade do arquiteto em construir um ambiente que atenda às necessidades biológicas – ou melhor, cerebrais – humanas.

De acordo com Berthoz, o cérebro humano é “particularmente sensível aos elementos essenciais que constituem a natureza percebida”⁶⁸, que seriam a regularidade, a surpresa, e o movimento. Para ele “estes três elementos fundamentais (...) dão à natureza sua aparência”⁶⁹.

A regularidade (figura 07), primeiramente, poderia ser “geométrica, como as faces do cristal, como as folhas, ou como a forma de os galhos se encaixarem nas árvores. Ela pode ser ritmada, como a oscilação dos ramos do vento, as ondas do mar, ou os sons que se constituem de regularidades no tempo”⁷⁰.

O segundo elemento é a surpresa. Para Berthoz, “com suas próprias leis, ele desorganiza as regularidades. Nós amamos esse jogo de regularidades sendo desfeito inesperadamente pelas surpresas”⁷¹. E por último, o movimento, que para o autor:

“Muitas vezes ele impõe por ele mesmo, como os movimentos do mar, que reflete os seixos e os rochedos; como a forma dos barcos que fabricamos adaptadas a nós mesmos; como o movimento do vento, que faz balançar as plantas, as árvores, as casas, os lençóis, os esqueletos dos animais que procuram se adaptar para lhe resistir. Mesmo os animais bem pequenos, como os insetos, ou o movimento do fogo numa ligeireza insaciável, descrevem formas que depois de sumirem, nos maravilha. Nada como os movimentos dos grandes elementos naturais. E há também aqueles que produzimos: o gesto da colheita condicionado à altura da árvore (ou até mesmo ao desenho de certas frutas), o movimento de captura manual que determina a forma dos objetos que procuramos tocar, lançar, possuir”⁷².

67 BERTHOZ, A. *Les Sens du Mouvement*. Tradução por: Maria de Jesus de Britto Leite. Capítulo 14. **Les architectes ont oublié le plaisir du mouvement**. Paris: Odile Jacob, 1997: p. 277-283.

68 BERTHOZ, A. *Les Sens du Mouvement*. Tradução por: Maria de Jesus de Britto Leite. Capítulo 14. **Les architectes ont oublié le plaisir du mouvement**. Paris: Odile Jacob, 1997: p. 277-283.

69 *Ibidem*.

70 *Ibidem*.

71 *Ibidem*.

72 *Ibidem*.

Assim, esses três elementos dão à natureza sua aparência. Arquitetos como Niemeyer (figura 09), Bruyère e Porro foram capazes de perceber a necessidade da implementação desses elementos na arquitetura, apesar de possuírem aportes teóricos e ligações ao modernismo que Berthoz critica em seu texto.



Figura 09: Museu de Arte Contemporânea de Niterói, projetado por Oscar Niemeyer. Foto: Rodrigo Saldon. Fonte: Gazeta do Povo. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/haus/estilo-cultura/dez-anos-apos-tombamento-portaria-que-reconhece-valor-historico-das-obras-de-oscar-niemeyer-e-publicada/>>.

A partir de pesquisas de Sakata⁷³, neurofisiologistas puderam perceber a ativação de neurônios no córtex parietal a partir da percepção de volumes (como cilindro, por exemplo). Ainda para ele, o cérebro é:

“(...) uma máquina biológica cujo prazer consiste em fazer apostas. E ele só o pode fazer em uma realidade em movimento, em mudança, e a forma, até mesmo imóvel, a oportunidade para o engajamento da mente, para as bifurcações da imaginação que os arquitetos criminosos nos impedem de desfrutar”⁷⁴.

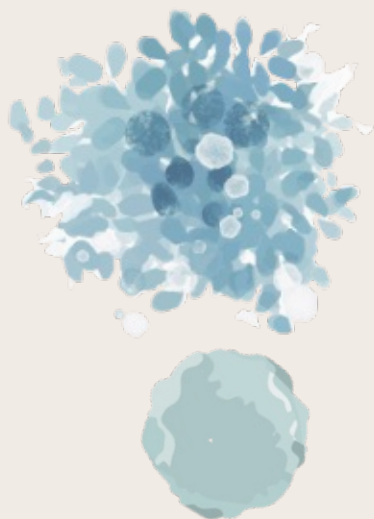
73 BERTHOZ, A. *Les Sens du Mouvement*. Tradução por: Maria de Jesus de Britto Leite. Capítulo 14. **Les architectes ont oublié le plaisir du mouvement**. Paris: Odile Jacob, 1997: p. 277-283.

74 *Ibidem*.

Por fim, é importante ressaltar que não existe percepção universal no entendimento de algo por si só. O entendimento vem sempre carregado de significados subjetivos, passando por um filtro de racionalização *“daquilo que estamos vendo a partir daquilo que já vimos”*⁷⁵. Para Marques (2006): *“O entendimento que temos das coisas é um somatório de percepções e visões que vão sendo guardados no nosso cérebro, que são articuladas com outras percepções, constituindo um arquivo de referências que vai sedimentando a construção da imagem”*⁷⁶.

Para os arquitetos, isso significa que as obras arquitetônicas que são capazes de “brincar” com a percepção dos usuários são *“mais ou menos bem sucedidas em função da capacidade do indivíduo de ver e perceber a ideia que se quer transmitir”*⁷⁷.

Mesmo com toda sua subjetividade inerente, a fenomenologia – e, consequentemente, a experiência arquitetônica e, principalmente, a percepção do usuário acerca do espaço no qual ele está inserido –, assim, se torna indissociável dos estudos da *neuroarquitetura*.



75 VILLAROU CO, V. et al. **Neuroarquitetura**: A neurociência no ambiente construído. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. Pág. 125.

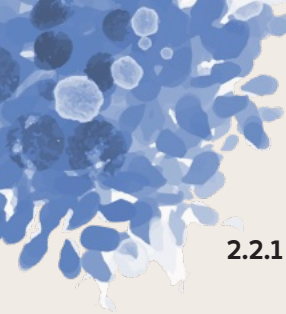
76 MARQUES (2006) *apud* VILLAROU CO (2021).

77 VILLAROU CO, V. et al. **Neuroarquitetura**: A neurociência no ambiente construído. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. Pág. 125.

2.2 Impactos ambientais sob a ótica da neurociência

O ser humano passa cerca de 95% de seu tempo dentro de algum edifício⁷⁸. Conforme já pontuado, o entendimento de que a apreensão ambiental é feita por todos os sentidos entra em conflito com observações sobre como a arquitetura é pouco explorada como lugar de vivência e por isso, de estímulo aos nossos sentidos. Conhecer esta lacuna se transforma em uma oportunidade para desenvolver projetos que atendam as pessoas de modo abrangente, sendo necessário, para isto, considerar a luminosidade do ambiente, a integração com a natureza e os modos relacionados ao maior acolhimento, entre outros fatores ambientais, sociais e espaciais.

78 SPENCE, C. **Senses of place**: architectural design for the multisensory mind. Set. 2020, Cognitive Research Journal.



2.2.1 Iluminação

É também preferível, no que tange à iluminação dos ambientes, que a iluminação natural seja sempre bem aproveitada. Isso se deve ao fato de que, além de influenciar na produção de serotonina (um neurotransmissor associado à sensação de satisfação, bem-estar e à regulação do humor), o Sol influencia o “relógio biológico” humano, ou seja, nosso ciclo circadiano, que é o ritmo natural do corpo que possui duração de 24 horas e regula diversas atividades e processos biológicos como o metabolismo e nossos períodos de sono e vigília⁷⁹, sendo controlado pelo hipotálamo.

Ao receber sinais de luz ou escuridão (a partir de células que captam mudanças de iluminação em nossos olhos)⁸⁰, o hipotálamo os envia para a glândula pineal, responsável pela produção de um hormônio chamado melatonina - que, em resposta à escuridão (ou melhor, à ausência de luz), tem seus níveis aumentados a fim de preparar o corpo para dormir. É também importante ressaltar que, mesmo com olhos fechados, as células oculares humanas continuam captando mudanças na iluminação ambiental, fazendo com que mesmo que o indivíduo tente dormir, talvez o espaço em que ele se insere o iniba.

O ato de dormir, por sua vez, é de extrema importância para o bom funcionamento do corpo humano, visto que é durante o sono que “o organismo exerce as principais funções restauradoras do corpo, como o reparo de tecidos, o crescimento muscular e a síntese de proteínas”⁸¹, sendo recomendada uma média de 8 horas de sono por dia.

Algumas das consequências da desregulação do organismo ocasionado pela falta de sono são problemas na saúde mental, como por exemplo, em países onde a mudança de estações apresenta uma mudança no período de duração do dia, os impactos da mudança no ciclo circadiano são evidentes - em regiões como a Finlândia e a Groenlândia, onde a exposição prolongada à luz leva à impactos psicológicos tão severos como o aumento dos índices de suicídio durante o verão⁸². Isso acontece porque o ciclo circadiano também regula a secreção de glicocorticóides, importantes substâncias para o controle do estresse.



79 RAMIREZ, G. **Ciclo circadiano: o que é, fisiologia e o que pode afetar**. Set. 2022.

80 DE PAIVA, A. O sol que nos é roubado: uma visão da NeuroArquitetura. **NeuroAU**, 2022.

81 COPASS SAÚDE. **Dormir bem: a importância de uma boa noite de sono**. Mar. 2022.

82 DE PAIVA, A. NeuroArquitetura e os impactos da luz no cérebro. **NeuroAU**, 2018.

Além do impacto emocional, a desregulação do “relógio biológico” a longo prazo pode modificar estruturalmente o cérebro humano, como a redução da plasticidade do hipocampo, diminuindo a capacidade de memorização do indivíduo⁸³.

Entretanto, é importante lembrar que as células oculares humanas não conseguem distinguir entre luz natural e luz artificial, sendo essencial ao arquiteto o cuidado em seus projetos luminotécnicos. A longa exposição a uma luz interna artificial pode afetar o usuário de um ambiente drasticamente, inclusive comprometendo a qualidade de seu sono, já que o cérebro não consegue entender a diferença entre Sol e lâmpada, permanecendo em estado de atenção. Para Lockley⁸⁴ (2020), “exposição à luz suprime a secreção de melatonina, um hormônio que influencia nos ciclos circadianos”.

Fora a exposição à iluminação, outro ponto a ser considerado é a escolha da temperatura das lâmpadas a serem colocadas nos ambientes (figura 10). De acordo com um estudo realizado pela Universidade de Harvard⁸⁵, a luz azul – ou, luz de temperatura fria – apesar de ser benéfica durante o período diurno devido ao aumento da atenção do indivíduo, é a mais prejudicial durante o período noturno, pois suprime a secreção de melatonina ainda mais que luzes de temperatura mais quente.



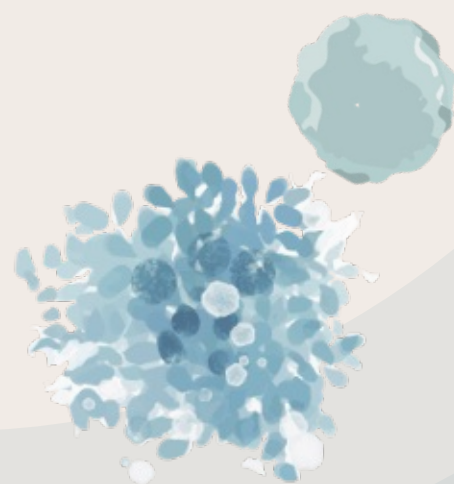
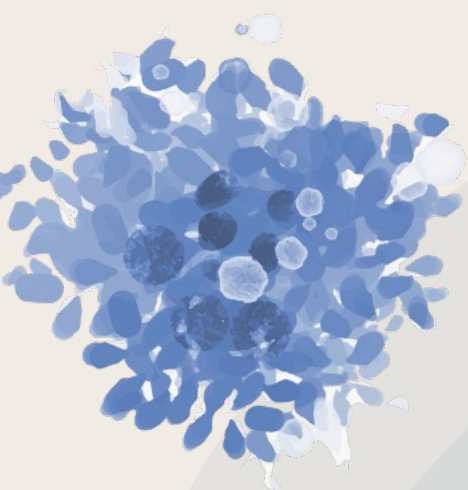
Figura 10: Comparação entre temperaturas de diferentes lâmpadas artificiais. Fonte: SweetestHome. Disponível em: <<https://www.sweetesthome.com.br/temperatura-de-cor/>>.

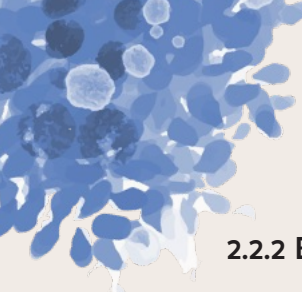
83 DE PAIVA, A. NeuroArquitetura e os impactos da luz no cérebro. **NeuroAU**, 2018.

84 HARVARD MEDICAL SCHOOL. **Blue light has a dark side**. Jul. 2020.

85 *Ibidem*.

Claro, o papel do arquiteto é determinar quais os usos de determinado espaço e projetar de acordo. Uma luz de temperatura mais fria e de intensidade mais forte pode fazer sentido em um projeto de escritório, onde os trabalhadores sentirão menos sono e terão mais atenção devido à supressão da produção de melatonina gerada pela luz, enquanto que em um quarto, esse tipo de escolha deve ser evitada, e trocada por uma luz de temperatura mais quente, por exemplo.





2.2.2 Biofilia

O termo *biofilia* (popularizado por Edward O. Wilson em 1984) vem do grego - *bios*, que significa vida, e *philia*, que significa amor, afeição⁸⁶. O primeiro a utilizá-lo foi o psicanalista alemão Erich Fromm a fim de descrever a orientação psicológica de atração a tudo que é vivo. Entretanto, em sua obra, Wilson expõe a ligação emocional que os seres humanos possuem uns com os outros e com a natureza ao redor.

Designers e arquitetos adeptos do *evidence-based design*⁸⁷ (como Ulrich, citado na introdução) argumentam que não só o design do ambiente afeta o organismo dos usuários de um espaço, mas como também a presença (ou, no caso da “janela para parede de tijolos”, a ausência) de natureza.

O impacto do primeiro experimento de Ulrich levou-o a aprofundar suas pesquisas, propondo anos depois (em 1991) a Teoria da Redução do Estresse⁸⁸, que indica que o contato com a natureza, em diferentes contextos, pode ajudar a acalmar o ser humano. Para de Paiva (2018), se referindo a Goldhagen:

“Pesquisas feitas em prisões apontam que mesmo os prisioneiros mais violentos, ao assistirem vídeos de natureza, tendem a apresentar comportamentos menos agressivos (Nadkarni et al., 2017). Pesquisas com idosos com Alzheimer apontam que aqueles com mais acesso à jardins também apresentam menores níveis de agressividade (Mooney & Nicell, 1992). Estudos em condomínios indicam que o senso de comunidade é maior e o relacionamento entre vizinhos é mais positivo entre os moradores de apartamentos voltados para áreas com maior presença de natureza do que entre os moradores de apartamentos voltados para áreas mais áridas (Goldhagen, 2017)”.⁸⁹

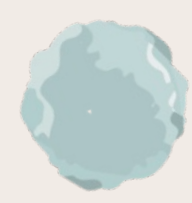
Dessa forma, isso acontece porque a natureza proporciona um efeito “restaurador” para nosso organismo como um todo, alterando as conexões cerebrais e reduzindo nossos instintos naturais de alerta.

86 ECYCLE. **O que é biofilia?**

87 Design baseado em evidências. Tradução livre.

88 DE PAIVA, A. NeuroArquitetura e biofilia: a necessidade primitiva de natureza que o ambiente ajuda a suprir. **NeuroAU**, 2018.

89 DE PAIVA, A. NeuroArquitetura e biofilia: a necessidade primitiva de natureza que o ambiente ajuda a suprir. **NeuroAU**, 2018.



Foi evidenciado estudos de imagem que “a atividade na rede padrão do cérebro - uma área envolvida quando deixamos a mente vagar sem nos concentrarmos em um pensamento específico - variava dependendo dos ruídos ambientais”⁹⁰ a que os participantes do estudo eram submetidos, demonstrando que a necessidade biológica humana pelo ambiente natural não precisa ser suprida apenas através da visão.

Outros dois estudos questionaram onde as pessoas preferiam passar seu tempo quando estavam se sentindo tristes ou estressadas, e o resultado é que a maioria decidiu por ir a um ambiente natural ou para algum ambiente cujo design remetesse a ambientes naturais⁹¹.

Paiva adverte, contudo, que deve-se explorar outros sentidos além da visão ao incorporar a natureza em projetos arquitetônicos. Estudos realizados no Japão⁹², que comparavam efeitos do toque em superfícies de diferentes materiais (como a madeira, metal e azulejos, por exemplo) com seus participantes de olhos fechados conseguiram chegar à conclusão de que o toque na madeira torna a atividade do SN parassimpático mais ativa (ou seja, que as atividades do SN ligadas às emoções e ao seu processamento).

Aos arquitetos, a resposta para essa questão parece relativamente simples - a incorporação da natureza em seus projetos. Entretanto, na cidade contemporânea, isso pode vir a se tornar um grande desafio para o projetista.

É super simplificar - e até debochar, em certos casos - o verdadeiro papel do arquiteto ao simplesmente pontuar que colocar uma planta no meio de um cômodo qualquer é a prática da biofilia no projeto arquitetônico. O design biofílico⁹³ (figura 11) - cuja proposta é uma reaproximação do indivíduo à natureza - aponta diversas estratégias a fim de conceber espaços que sejam capazes de gerar bem estar ao usuário devido à utilização de elementos naturais (como água, vegetação), utilização de formas orgânicas (como fractais e formas abstratas), de materiais como madeira, entre outros.

90 GLOBO. **Estressado? Por que a natureza ajuda você a relaxar**. Época Negócios Online, jun. 2017.

91 MARCUS, C. C. **Healing Gardens in Hospitals**. IDRP, vol. 01. Interdisciplinary Design and Research e-Journal. Design and Health, January, 2007.

92 DE PAIVA, A. NeuroArquitetura e biofilia: a necessidade primitiva de natureza que o ambiente ajuda a suprir. **NeuroAU**, 2018.

93 DE PAIVA, A. NeuroArquitetura e biofilia: a necessidade primitiva de natureza que o ambiente ajuda a suprir. **NeuroAU**, 2018.



Figura 11: Exemplo de design biofílico, cuja proposta é a reaproximação do ser humano com a natureza. Fonte: Archdaily. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/927908/os-beneficios-da-biofilia-para-a-arquitetura-e-os-espacos-interiores>>.

O objetivo é projetar um ambiente capaz de simular diversos estímulos multissensoriais inspirados na natureza, e não necessariamente incorporar a própria natureza em projetos arquitetônicos – embora, se possível, sua presença é sempre recomendada⁹⁴.

94 DE PAIVA, A. NeuroArquitetura e biofilia: a necessidade primitiva de natureza que o ambiente ajuda a suprir. **NeuroAU**, 2018.

2.2.3 Forma

Recentemente, neurocientistas vêm demonstrando que pode haver uma certa predileção natural humana em relação à forma de diferentes objetos – e consequentemente, arquiteturas. Em experimentos conduzidos pela Universidade de Harvard⁹⁵, chegou-se à conclusão de que formatos de objetos mais redondos pontuaram melhor nos estudos realizados que suas duplas em formas mais retangulares⁹⁶. A partir da análise das imagens cerebrais obtidas, foi notada a atividade da amígdala – responsável pelo processamento do medo.

A hipótese é a de que formas mais retangulares ou pontiagudas são entendidas como uma ameaça dentro de nosso cérebro. A predileção natural observada por objetos curvos poderia ser relacionada a um sentimento de segurança.

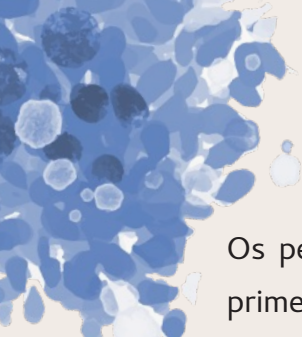
Mas e quanto às formas arquitetônicas e suas respectivas especialidades, especificamente? Os experimentos realizados em Harvard foram realizados com objetos (como relógios, ou sofás). Assim, liderado pelo psicólogo Oshin Vartanian da Universidade de Toronto em Scarborough, foi realizado outro experimento, desta vez, expondo o grupo de participantes a cerca de 200 imagens de ambientes arquitetônicos (figura 12), onde metade possuía elementos que apresentavam linhas retas e padrões racionais, enquanto a outra possuía mobiliário em formas orgânicas e elementos ovais.



Figura 12: Exemplos de imagens mostradas aos participantes da pesquisa. Fonte: JAFFE, E. **Why Our Brains Love Curvy Architecture**. FastCompany, out. 2013.

95 JAFFE, E. **Why Our Brains Love Curvy Architecture**. FastCompany, out. 2013.

96 *Ibidem*.

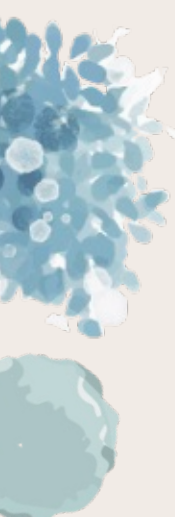


Os pesquisadores, assim, estabeleceram dois critérios para recolher informações - o primeiro foi colocar os participantes em uma máquina onde pudesse ser observada sua atividade cerebral enquanto eles eram expostos às imagens dos ambientes. Já o segundo foi perguntar diretamente aos participantes da pesquisa seus pensamentos acerca da beleza dos ambientes. Entre outras palavras, quais eles consideravam mais bonitos, esteticamente.

E o resultado foi uma predileção aos formatos curvos. Além da maior parte das respostas dadas pelos participantes deixar clara sua preferência por ambientes com formas curvas e orgânicas, também houve alterações observadas em suas atividades cerebrais em uma área chamada de córtex cingulado anterior (CCA) que está relacionada, mais notavelmente para o estudo, com a emoção⁹⁷, corroborando com as descobertas anteriores relacionadas à percepção de perigo humana e suas respostas emocionais (notadamente, o medo).

É importante frisar, porém, que a pesquisa não só trata da forma em si, mas da percepção dos participantes sobre a forma em questão. Como dito anteriormente, o professor Alain Berthoz relaciona as formas curvas à surpresa e ao movimento⁹⁸. Ao falar de arquitetura moderna (marcada por suas linhas retas e sua falta de ornamentos), ele diz que:

“A monotonia desses caixotes sobre pilotis envoltos por janelas de banheiro nos priva de acarinhar o olhar, negam aos nossos sentidos o prazer da forma, do movimento evocado pelo aprisionamento do olhar sobre as curvas, os volumes. Eles esqueceram que as mulheres, as frutas, as ondulações dos tecidos soltos ao vento têm mil variações deliciosas que nos encantam; o tanto que as formas sutis dos movimentos excelentes da pintura e da música nos aprazem.”⁹⁹



Essa predileção não significa que as formas retas se tornam inválidas, ou que uma arquitetura cuja formas sejam mais retangulares seja inferior - cultura, contexto e familiaridade com diferentes formas podem também apresentar diferentes resultados em diferentes populações, assim como generalizações frequentemente não abarcam as peculiaridades pessoais de cada usuário. Afinal, a arquitetura é a composição de formas e perspectivas, luzes e sombras.

97 JAFFE, E. **Why Our Brains Love Curvy Architecture**. FastCompany, out. 2013.

98 BERTHOZ, A. *Les Sens du Mouvement*. Tradução por: Maria de Jesus de Britto Leite. Capítulo 14. **Les architectes ont oublié le plaisir du mouvement**. Paris: Odile Jacob, 1997: p. 277-283.

99 *Ibidem*.

2.3 Neuroarquitetura no Ambiente Hospitalar

Para o Ministério da Saúde, os estabelecimentos de saúde são caracterizados como “o espaço físico delimitado e permanente onde são realizadas ações e serviços de saúde humana sob responsabilidade técnica”.¹⁰⁰ Para Toledo¹⁰¹ (2002), a concepção do edifício hospitalar não se limita à beleza do traço, e seu resultado é devido ao respeito à funcionalidade e ao domínio dos aspectos construtivos, favorecendo bem-estar físico e psicológico aos usuários, sejam pacientes ou funcionários¹⁰².

Ainda na antiguidade, os romanos desenvolveram dois tipos de arquitetura sanitária - o primeiro, as famosas termas. Já o segundo, as enfermarias militares (chamadas de *Valitudinarias*), com formato geralmente retangular, possuindo um pátio central com ambientes distribuídos ao seu redor a fim de proporcionar luz e ventilação natural para as enfermarias¹⁰³. No século IV, a Igreja Católica passa a recomendar que as vilas construíssem um abrigo destinado a viajantes ou pobres doentes, surgindo assim os primeiros Hospitais da Caridade¹⁰⁴.

Na Idade Média, entretanto, a Europa Ocidental foi marcada pelo caos econômico e social, estagnando o desenvolvimento das instituições hospitalares. As existentes eram associadas à morte (um local para se ir morrer), considerando que os enfermos eram internados com principal finalidade de conter a contaminação, e não para serem ativamente tratados¹⁰⁵. Suas enfermarias geralmente possuíam paredes grossas e janelas pequenas - devido à arquitetura românica - criando ambientes obscuros, insalubres e com pouca ventilação natural¹⁰⁶.

Ambientes hospitalares contemporâneos são notoriamente distintos das instituições

100 POMPERMAIER, J. P. L. **Neurociência aplicada à arquitetura: uma revisão para projetos de estabelecimentos de saúde**. Anais do Seminário Internacional de Arquitetura e Urbanismo (SIAU). 2021.

101 TOLEDO *apud* ALVES, 2011.

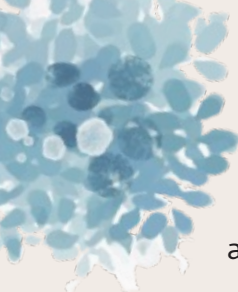
102 ALVES, S. N. **A percepção visual como elemento de conforto na arquitetura hospitalar**. 2011. 212 f. Tese (Mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pesquisa e Pós Graduação, 2011. Pág. 32.

103 SOUZA, N. C.; GOMES, C. H. G. **A História e o Processo de Humanização dos Edifícios Hospitalares**. XI EPCC - Encontro Internacional de Produção Científica, out. 2019.

104 SOUZA, N. C.; GOMES, C. H. G. **A História e o Processo de Humanização dos Edifícios Hospitalares**. XI EPCC - Encontro Internacional de Produção Científica, out. 2019.

105 *Ibidem*.

106 COSTI *apud* SOUZA, GOMES.



apertadas e infestadas de vermes do passado,¹⁰⁷ devido às leis e regulamentos impostos a fim de garantir a segurança e conforto dos pacientes admitidos nessas instituições. As enfermarias compartilhadas foram gradativamente sendo substituídas por quartos individuais

Com o entendimento do profundo impacto que o entorno exerce em nosso cérebro, isso nos leva a questionar a qualidade de nossos ambientes construídos. Os estabelecimentos de saúde devem possuir como focos principais a prevenção, o diagnóstico, o tratamento e a recuperação dos pacientes, assim realizando a manutenção da saúde. Para Pompermaier, “nesse sentido, a arquitetura deve ser um instrumento capaz de contribuir com o processo de cura e promoção da saúde, porém, muitas vezes as cores, o ar condicionado, o cheiro e outros tantos elementos não estão alinhados com esse objetivo”¹⁰⁸. Ainda, Para Doná, “ambientes insalubres, com falta de iluminação e ventilação natural, com umidade e ausência da natureza geram impactos que podem refletir negativamente na saúde”¹⁰⁹.

Para Souza e Gomes, o enorme conjunto de atividades realizadas dentro dos edifícios hospitalares, seus fluxos e a falta de diálogo entre profissionais da saúde e pacientes resultam em um ambiente opressor, tornando necessária a humanização desses ambientes¹¹⁰. Para Toledo¹¹¹ (2005), as diretrizes e estratégias postuladas dentro do programa “Humaniza SUS” - desenvolvido pelo Governo Federal em 2004 - deixa clara a necessidade de adequação dos edifícios hospitalares em relação à humanização da saúde nacional.

De acordo com Pompermaier:



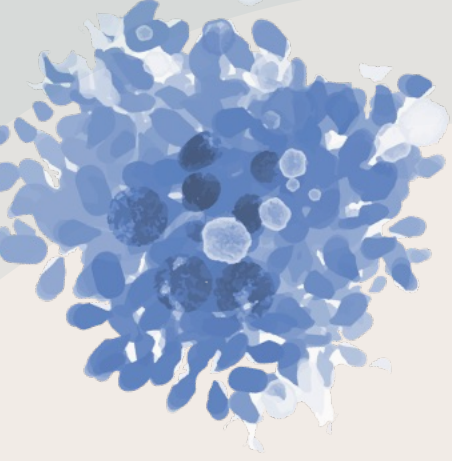
107 MOKHTAR, A. M. **The Future Hospital: A Business Architecture View**. Malays J Med Sci. 2017 Oct; 24(5): 1–6. Published online 2017 Oct 26.

108 POMPERMAIER, J. P. L. **Neurociência aplicada à arquitetura: uma revisão para projetos de estabelecimentos de saúde**. Anais do Seminário Internacional de Arquitetura e Urbanismo (SIAU). 2021.

109 DONÁ *apud* POMPERMAIER, 2021.

110 SOUZA, N. C.; GOMES, C. H. G. **A História e o Processo de Humanização dos Edifícios Hospitalares**. XI EPCC - Encontro Internacional de Produção Científica, out. 2019.

111 TOLEDO (2005) *apud* SOUZA, GOMES (2019).



“Projetar estabelecimentos de saúde não é uma tarefa simples. São muitos os condicionantes no momento de se projetar esses ambientes, como por exemplo, programa de necessidades, acessos, fluxos, funcionalidade, biossegurança, entre outros. Os arquitetos e urbanistas precisam, além de se atentar para os condicionantes citados, desenvolver projetos centrados nos usuários. É necessário esquecer a ideia que de ambientes hospitalares precisam ser frios e inóspitos para aderir a uma nova realidade pautada em espaços confortáveis, acolhedores e seguros, visando a melhor experiência para os pacientes. Os espaços podem fazer as pessoas mais felizes e o bem-estar social, físico e espiritual do ser humano, deve ser o resultado final de qualquer projeto”¹¹².

De fato, é preciso muita cautela ao projetar ambientes destinados à pacientes hospitalares. Além de suas necessidades sanitárias e médicas (sem dúvida supridas pelas diretrizes hospitalares atuais), suas necessidades biológicas, emocionais e psicológicas também devem ser atendidas.

Para os arquitetos, isso leva a um desafio particular. Como iluminar um quarto hospitalar, que necessita de luz de temperatura fria e forte (devido ao manuseio de aparelhos pelos profissionais de enfermagem) de modo que essa iluminação não interfira no ciclo circadiano ou na qualidade do sono do paciente, que provavelmente necessita de todo repouso que conseguir? Como orientar a implantação de um edifício, de forma que toda área de circulação de pacientes – e principalmente, seus locais de permanência – sejam bem iluminadas naturalmente e, de preferência, com vista para a natureza? Como utilizar materiais que incentivem a atividade cerebral e a sinestesia mas que, ao mesmo tempo, sejam de fácil limpeza e manutenção?

Ao mesmo tempo, é de extrema importância entender qual doença será tratada naquele ambiente específico, para assim determinar as necessidades fundamentais daqueles determinados usuários – e também, e talvez mais importante, as limitações do arquiteto. De acordo com um estudo feito por Han¹¹³ (2017), um aroma cítrico melhoraria a sensação de bem-estar de pacientes em uma sala de espera de um centro de saúde mental – ou seja, pacientes cuja enfermidade é de natureza psicológica/psiquiátrica. Entretanto, tal-

112 POMPERMAIER, J. P. L. **Neurociência aplicada à arquitetura**: uma revisão para projetos de estabelecimentos de saúde. Anais do Seminário Internacional de Arquitetura e Urbanismo (SIAU). 2021.

113 HAN, X.; GIBSON, J.; EGGETT, D.; PARKER, T. L. **Bergamot (*Citrus bergamia*) Essential Oil Inhalation Improves Positive Feelings in the Waiting Room of a Mental Health Treatment Center: A Pilot Study**. Wiley Online Library, mar. 2017. DOI: 10.1002/ptr/5806

vez não seja uma boa ideia colocar um jardim cítrico em uma clínica oncológica, devido à sensibilidade sensorial destes pacientes e sua propensão à enjôos devido a fortes aromas.

Desta forma, se o objetivo-síntese da atividade hospitalar é o tratamento e a recuperação adequada dos pacientes, os conhecimentos de neurociência aplicada à arquitetura são fundamentais para uma arquitetura hospitalar equilibrada.¹¹⁴

114 DE PAIVA, A. A Neuroarquitetura e os Desafios da Arquitetura Hospitalar – parte I. **NeuroAU**, 2018.

3. ESTUDO DE CASO



3. ESTUDO DE CASO

Ao abordar uma área tão recente quanto a neurociência, parece contraprodutivo, em primeira análise, a escolha de alguma obra arquitetônica que não a tivesse em mente em sua concepção para argumentar a seu favor. No entanto, conforme exposto, embora não houvesse um termo assertivo para tal, os arquitetos anteriores à chegada da *neuro-arquitetura* já possuíam entendimento (mesmo que muitas vezes, puramente instintivo) da complexa relação entre ser humano e ambiente construído. Um desses arquitetos era Alvar Aalto.

Para Göran Schildt¹¹⁵, Alvar Aalto pertencia a uma categoria de arquitetos que buscava tornar a arquitetura uma ciência objetiva em congruência com a nova ideologia funcionalista, com particular foco na análise racional da função de seus componentes na problemática arquitetônica desde o final da década de 1920. Aalto escreve, na década de 1930:

“Podemos dizer que um modo de produzir um ambiente construído mais humano é estendendo nosso entendimento de Racionalismo. Precisamos analisar mais as qualidades associadas ao objeto do que temos feito até então. (...) Não é a racionalização em si que estava errada no primeiro e agora passado período da arquitetura moderna. O erro estava no fato de que a racionalização não foi fundo o bastante. No lugar de lutar contra a mentalidade racional, a nova fase da arquitetura Moderna tenta projetar métodos racionais do campo técnico para campos humanos e da psicologia... O Funcionalismo Técnico está correto apenas se grande o bastante para encobrir até o campo da psicologia. Essa é a única maneira de humanizar a arquitetura.”¹¹⁶

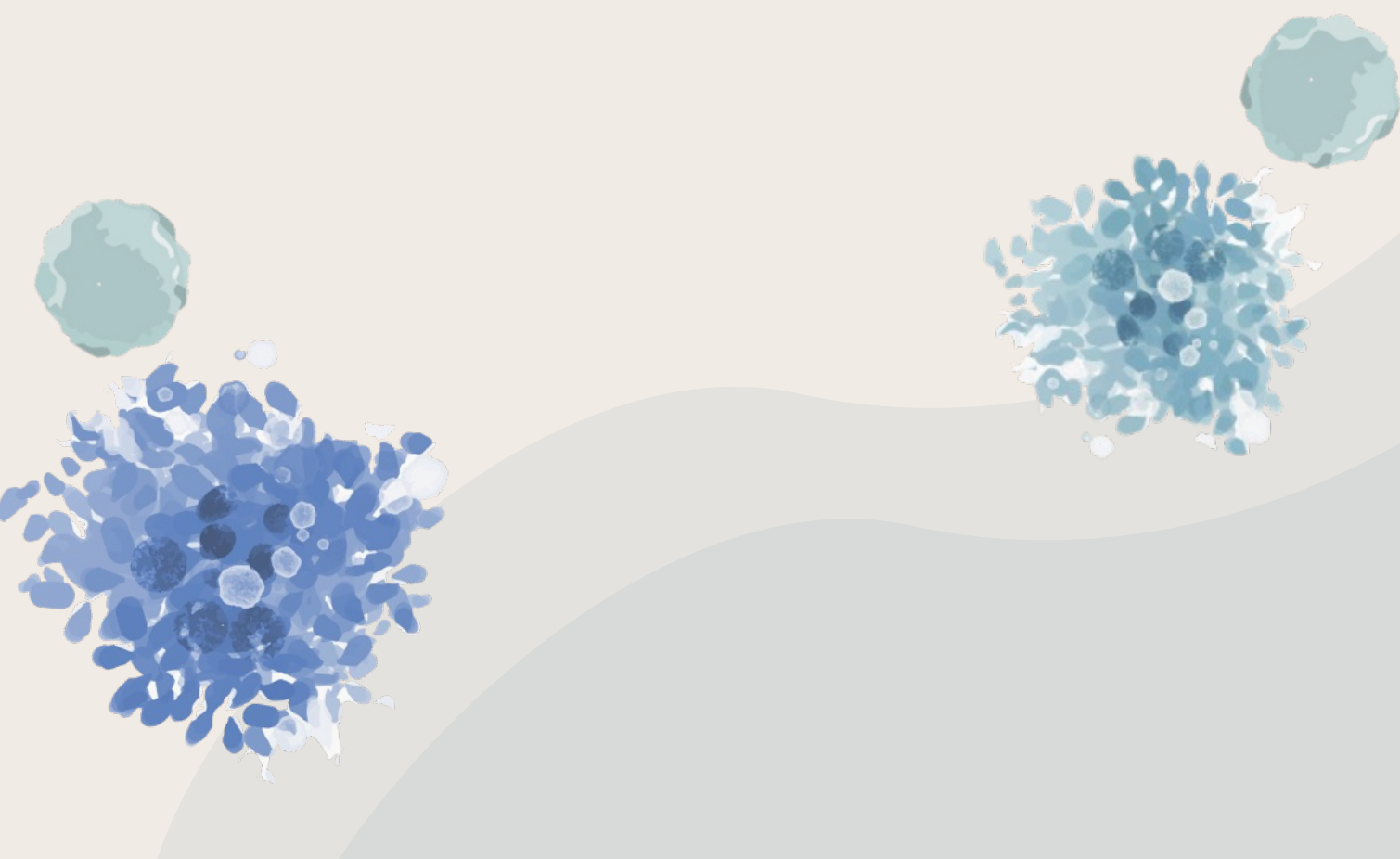
Apesar da crescente demanda pela standardização, a maneira que Aalto adere às ideias funcionalistas é por utilizá-la a fim de sanar dores mais profundas e complexas acerca do ambiente construído. Para isso, o processo arquitetônico deveria abarcar tanto as ideias modernas, funcionalistas e racionais quanto a subjetividade da psicologia e trazer humanidade aos projetos. Por fim, na década de 1940, ele afirma que: “*Gostaria de acrescentar minha visão pessoal e emocional, de que a arquitetura e seus detalhes são de algum modo todos parte da biologia*”¹¹⁷

115 SCHILDT, 1985, *apud*, HEIKINHEIMO, 2016. Pág. 17.

116 AALTO, *apud* PALLASMAA, pág. 16. In: **Architecture and Neuroscience**. Tradução livre.

117 *Ibidem*.

Dessa forma, a análise retrospectiva do Sanatório de Paimio sob a atual ótica da neurociência se mostra extremamente relevante ao objeto da pesquisa ao demonstrar a singularidade de determinadas soluções projetuais tomadas por Aalto, há quase 100 anos atrás, hoje aportadas por pesquisas neurocientíficas.



3.1 A problemática da tuberculose e as origens do Sanatório de Paimio

Devido aos rápidos processos de industrialização e urbanização, a arquitetura europeia teve uma dramática mudança ideológica durante o período entreguerras.¹¹⁸ As demandas pela uniformização e eficiente utilização de força humana, materiais e indústrias tornou necessária a reestruturação tanto do ambiente fabril quanto da fábrica em si¹¹⁹.

Uma nova ideologia arquitetônica foi, então, estabelecida na Europa, que abraçava os ideais norte-americanos racionalistas e suas técnicas de gerenciamento¹²⁰. Arquitetos, desta forma, foram familiarizando-se com as ideias tayloristas¹²¹ principalmente devido à trabalhos como os de Walter Gropius e Le Corbusier¹²², tidos como os mais influentes teóricos da ideologia Modernista¹²³. Suas demandas racionais eram a base teórica para o funcionalismo na arquitetura¹²⁴.

“O Funcionalismo, como o próprio nome denuncia, defendia no princípio de que a arquitetura deveria refletir em suas formas seu principal propósito de ser: a sua função. Emergindo logo após o término da Primeira Guerra Mundial, o estilo é comumente associado a ideias socialistas e humanistas. À medida que o estilo foi ganhando mais adeptos, principalmente na Alemanha, Polônia, URSS, Holanda e Tchecoslováquia, a máxima foi sendo forjada: “a forma segue a função” – inspirando a ideia de que a arquitetura deveria ser um meio para promover a qualidade de vida e o bem-estar das pessoas.”¹²⁵

118 HEIKINHEIMO, M. *Architecture and Technology: Alvar Aalto's Paimio Sanatorium*. Tradução por Tytti Laine. 2016. 338 f. Tese (Doutorado) - School of Arts, Design and Architecture, Aalto University, Helsinki, 2016. Pág. 14.

119 HEIKINHEIMO, M. *Paimio Sanatorium*. Helsinki 04 jul. 2018.

120 HEIKINHEIMO, M. *Architecture and Technology: Alvar Aalto's Paimio Sanatorium*. Tradução por Tytti Laine. 2016. 338 f. Tese (Doutorado) - School of Arts, Design and Architecture, Aalto University, Helsinki, 2016. Pág. 25.

121 Taylorismo é o nome dado ao sistema de produção industrial criado pelo engenheiro Frederick Taylor. É também conhecido pelo termo “administração científica”.

122 HEIKINHEIMO, M. *Paimio Sanatorium*. Helsinki 04 jul. 2018.

123 HEIKINHEIMO, M. *Architecture and Technology: Alvar Aalto's Paimio Sanatorium*. Tradução por Tytti Laine. 2016. 338 f. Tese (Doutorado) - School of Arts, Design and Architecture, Aalto University, Helsinki, 2016. Pág. 25.

124 HEIKINHEIMO, M. *Paimio Sanatorium*. Helsinki 04 jul. 2018.

125 WALSH, N. P. Explicando 12 estilos da arquitetura moderna. *Archdaily*, 2020.

O famoso *dictum* modernista “forma segue função”, foi proferido pelo arquiteto norte-americano Louis Sullivan, em seu artigo “The Tall Office Building Artistically Considered”, publicado em 1896¹²⁶. Com sua repercussão, em um primeiro momento limitada apenas aos amigos e admiradores de Sullivan, a frase veio a se tornar um lema para os arquitetos modernistas apenas na década de 30, seguindo a publicação da primeira biografia de Sullivan¹²⁷.

Paralelo ao cenário da arquitetura modernista europeia nas primeiras décadas do século 20, a Finlândia possuía uma crescente demanda hospitalar no país, visto que, naquela época, a tuberculose (ou a chamada “Peste Branca”¹²⁸) era a maior pauta na saúde pública nacional, com uma taxa de mortalidade próxima a dois para cada mil incidentes durante os anos 1930¹²⁹.

“A tuberculose é uma doença infecto-contagiosa que, de regra, assume evolução crônica e tem como agente etiológico a *Mycobacterium tuberculosis*. Acredita-se que este micróbio – também conhecido como bacilo de Koch – seja anterior ao próprio Homem, sucedendo formas ainda mais elementares de vida microscópica. (...) Instalando-se no organismo humano sadio, o bacilo de Koch permanece inativo por cerca de três dias. A partir deste momento inicia-se o ciclo de reprodução, que se renova a cada 18 horas, média bem superior à de outras variedades microbianas.”¹³⁰

No entanto, o tratamento para cura da tuberculose nas décadas de 1920 e 1930 era, para todos os efeitos, inexistente. Ela é transmitida por gotículas eliminadas na respiração, por espirros ou pela tosse e a doença tem como principais sintomas tosse, produção de catarro, febre, sudorese, cansaço e dores no peito¹³¹. Embora seja estimado que cerca de 30% da população atual esteja infectada, nem todos vêm a desenvolver a doença¹³².

126 MICHL, J. **Form Follows WHAT?** The modernist notion of function as a *carte blanche*. Oslo, 2006.

127 *Ibidem*.

128 BERTOLLI FILHO, C. **História Social da Tuberculose e do Tuberculoso: 1900-1950**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2001. 248p. (Coleção Antropologia e Saúde). Pág. 11.

129 HEIKINHEIMO, M. *Architecture and Technology: Alvar Aalto's Paimio Sanatorium*. Tradução por Tytti Laine. 2016. 338 f. Tese (Doutorado) – School of Arts, Design and Architecture, Aalto University, Helsinki, 2016. Pág. 18.

130 BERTOLLI FILHO, C. **História Social da Tuberculose e do Tuberculoso: 1900-1950**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2001. 248p. (Coleção Antropologia e Saúde). Pág. 29.

131 VARELLA, D. Tuberculose. **Uol**.

132 FIOCRUZ. Tuberculose. 04 jul. 2013, **Agência Fiocruz de Notícias**.

“O tratamento é feito com quatro drogas diferentes: etambutol, pirazinamida, isoniazida e rifamicina.¹³³ Essas drogas, entretanto, são todas classificadas como antibióticos, ou seja: “são substâncias químicas (especificamente, uma grande quantidade de pequenas moléculas) que entram e grudam em partes importantes (...) da célula bacteriana, e interferem com sua capacidade de sobreviver e se multiplicar.”¹³⁴

Embora a descoberta da penicilina em 1928 tenha conferido à Alexander Fleming o prêmio Nobel em 1945¹³⁵, a comprovação da eficácia da administração de antibióticos para o tratamento da tuberculose só aconteceu durante as décadas de 1950 e 1960. Até então, a doença era tratada com a chamada terapêutica higieno-dietética¹³⁶, que consistia em boa alimentação, repouso e incorporava o clima das montanhas. Ela tinha como pressuposto a cura espontânea do doente quando em condições favoráveis¹³⁷. Para isso, os pacientes eram isolados nos chamados sanatórios, que se configuram como

“(...) estabelecimento que se destina à internação e ao tratamento de doentes cuja cura se baseia no repouso e, normalmente, nas condições climáticas; refere-se aos estabelecimentos para tratamentos de doenças crônicas e respiratórias, como a tuberculose.”¹³⁸

A era sanatorial abriu-se no ano de 1854 quando o médico (e também tuberculoso) Hermann Brehmer inaugurou a primeira instituição especializada no tratamento, nas montanhas da Silésia¹³⁹. Alguns anos depois, o clínico Peter Dettweiler inaugurou outro sanatório, desta vez, nas montanhas de Taurus, em Falkstein¹⁴⁰. No entanto, embora os sanatórios tenham se mostrado eficazes para o afastamento da doença dos centros urbanos, a conclusão inevitável foi a de que a concentração de pessoas infectadas em um mesmo local tornava o quadro epidêmico muito pior¹⁴¹.

133 VARELLA, D. Tuberculose. **Uol**.

134 KHAN ACADEMY. **Antibióticos**: Visão Geral. © 2023 Khan Academy.

135 *Ibidem*.

136 FIOCRUZ. Tuberculose. 04 jul. 2013, **Agência Fiocruz de Notícias**.

137 CCMS. Imagens da Peste Branca: Memória da Tuberculose. **Acervo Virtual do Centro Cultural do Ministério da Saúde**. © 2016 Rio de Janeiro.

138 Sanatório. In: Dicionário Online de Português. 7Graus, © 2009 - 2023.

139 BERTOLLI FILHO, C. **História Social da Tuberculose e do Tuberculoso**: 1900-1950. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2001. 248p. (Coleção Antropologia e Saúde). Pág. 54.

140 *Ibidem*.

141 FAP. **Na época da altitude e isolamento para tuberculosos**. © 2023 Fundação Ataulpho de Paiva.

Atualmente, o entendimento é de que não se é recomendado tratar a doença em ambientes fechados e longe do convívio social¹⁴².

“A tuberculose é uma doença que merece atenção social e dos poderes públicos por apresentar características peculiares e de difícil controle, como a facilidade de transmissão e o tratamento prolongado que envolve uma dinâmica complexa entre a farmacoterapia e a adesão do paciente ao tratamento. Outra característica problemática a respeito desta doença é o caráter estigmatizante que promove conflitos de relacionamento e mudanças na autoestima e que pode gerar isolamento social, transtornos no cotidiano e no âmbito profissional dos doentes.”¹⁴³

Considerando a seriedade e mortalidade da doença e falta de administração medicamentosa efetiva, na década de 1920, na Finlândia, um movimento para prevenção da doença emergiu¹⁴⁴. Foram construídos oito novos hospitais, adicionando cerca de 2500 novos leitos para pacientes admitidos com tuberculose.

E no outono de 1928, o comitê responsável pela construção de um novo sanatório na cidade de Paimio (o Sanatório de Tuberculose do Sudoeste da Finlândia), anunciou uma competição para o design de um sanatório que comportasse 184 leitos¹⁴⁵ (embora, durante a sua construção, a quantidade de leitos tenha sido aumentada para 286¹⁴⁶).

Apesar de ser difícil de imaginar que os então jovens Aino e Alvar Aalto que projetaram o modesto Hospital Municipal de Alajärvi (figura 13) tenham sido os mesmos a ganhar a competição no ano seguinte, o casal havia entrado com um importante grupo de arquitetos *avant-garde* quando se mudaram para Turku em 1927¹⁴⁷. Ainda, a tarefa de projetar o Sanatório de Paimio (figuras 14 e 15) proporcionou ao casal Aalto uma oportunidade única de pôr suas novas ideias sobre arquitetura em prática.

142 FAP. **Na época da altitude e isolamento para tuberculosos**. © 2023 Fundação Ataulpho de Paiva.

143 SANTOS, E. F. S. et al. **Caráter estigmatizante da tuberculose, natureza biológica e impacto social da doença**. Faculdade de Odontologia de Lins/Unimep, 24(1) 41-50. Jan.-Jul. 2014. ISSN Impresso: 0104-7582. ISSN Eletrônico: 2238-1236.

144 HEIKINHEIMO, M. *Architecture and Technology: Alvar Aalto's Paimio Sanatorium*. Tradução por Tytti Laine. 2016. 338 f. Tese (Doutorado) - School of Arts, Design and Architecture, Aalto University, Helsinki, 2016. Pág. 18.

145 HEIKINHEIMO, M. **Paimio Sanatorium**. Helsinki 04 jul. 2018.

146 *Ibidem*.

147 HEIKINHEIMO, M. **Paimio Sanatorium**. Helsinki 04 jul. 2018.



Figura 13: Hospital Municipal de Alajärvi. Foto dos arquivos municipais de Alajärvi. Fonte: HEIKINHEIMO, M. **Paimio Sanatorium**. Helsinki 04 jul. 2018.

Um sanatório destinado ao cuidado de pacientes afligidos com tuberculose, assim, mostrou-se perfeito para a construção de um edifício que seguia os princípios do novo Funcionalismo, onde a estética se revelou inseparável dos elementos arquitetônicos e funcionais.¹⁴⁸ Aalto teve influências de um Modernismo cultural e radical e aplicou novos conceitos ao seu trabalho. Para Heikinheimo¹⁴⁹, Aalto sentia que deveria responder às demandas da modernização, embora ela ignorasse a cultura local na concepção do design da edificação, e o edifício está intrinsecamente relacionado tanto ao local quanto ao tempo em que se foi concebido.

148 ALVAR AALTO FOUNDATION. **Paimio Sanatorium**.

149 HEIKINHEIMO, M. *Architecture and Technology: Alvar Aalto's Paimio Sanatorium*. Tradução por Tytti Laine. 2016. 338 f. Tese (Doutorado) - School of Arts, Design and Architecture, Aalto University, Helsinki, 2016. Pág. 25.



Figura 14: Ala dos pacientes com terraços solares, na década de 1930. Foto: Gustaf Welin. Fonte: © Alvar Aalto Foundation.



Figura 15: Ala dos pacientes com terraços solares convertidos em ambientes internos nos dias atuais.. Foto: Maija Holma. Fonte: © Alvar Aalto Foundation.

Desta forma, Aalto teve um desafio muito específico quanto ao projeto - como conciliar a nova ideologia internacional com a cultura da construção civil finlandesa, um país em que o nível de industrialização ainda era muito baixo, além de manter-se fiel à função da edificação? Ainda, como proporcionar bem-estar e conforto a um grupo de pessoas fragilizado (tanto fisicamente quanto, possivelmente, psicologicamente)?



3.2 O Projeto

P. Morton Shand caracteriza o Sanatório de Paimio como “o hospital mais revolucionário erguido na última década”¹⁵⁰. Apesar de ter sido construído há quase 100 anos, artigos como os de Anderson (2010)¹⁵¹, de Quito¹⁵² (2020), de Rybczynski¹⁵³ (2015) e de Woodman¹⁵⁴ (2016) demonstram a importância de seu estudo ainda na atualidade.

Seguindo os princípios do funcionalismo, todo o complexo hospitalar deveria ser um só elemento curativo. Aalto ainda explica que “*o principal propósito do edifício é funcionar como um instrumento médico*”¹⁵⁵.

A planta-baixa do projeto (figuras 16 e 17) feito por Aalto chamou imediatamente a atenção dos jurados do concurso devido ao seu formato assimétrico¹⁵⁶ e não retilíneo, mesmo seguindo um sistema controlado de coordenadas. Os terraços solares (canto inferior direito) estão ligados à ala A num ângulo de 20°, paralelo à ala B, fazendo com que as alas A e B estivessem, entre si, também a um ângulo de 20°, resultando numa falsa perspectiva na entrada do Sanatório¹⁵⁷ (figura 18).

150 WOODMAN, E. Revisit: “Aalto” Paimio Sanatorium continues to radiate a profound sense of human empathy”. Nov. 2016, **The Architecture Review**.

151 ANDERSON, D. **Humanizing the hospital**: Design lessons from a Finnish sanatorium. CMAJ, ago. 2010.

152 QUITO, A. Healthcare would be better if we learned from this old tuberculosis sanatorium in Finland. Jan. 2020, **Quartz**.

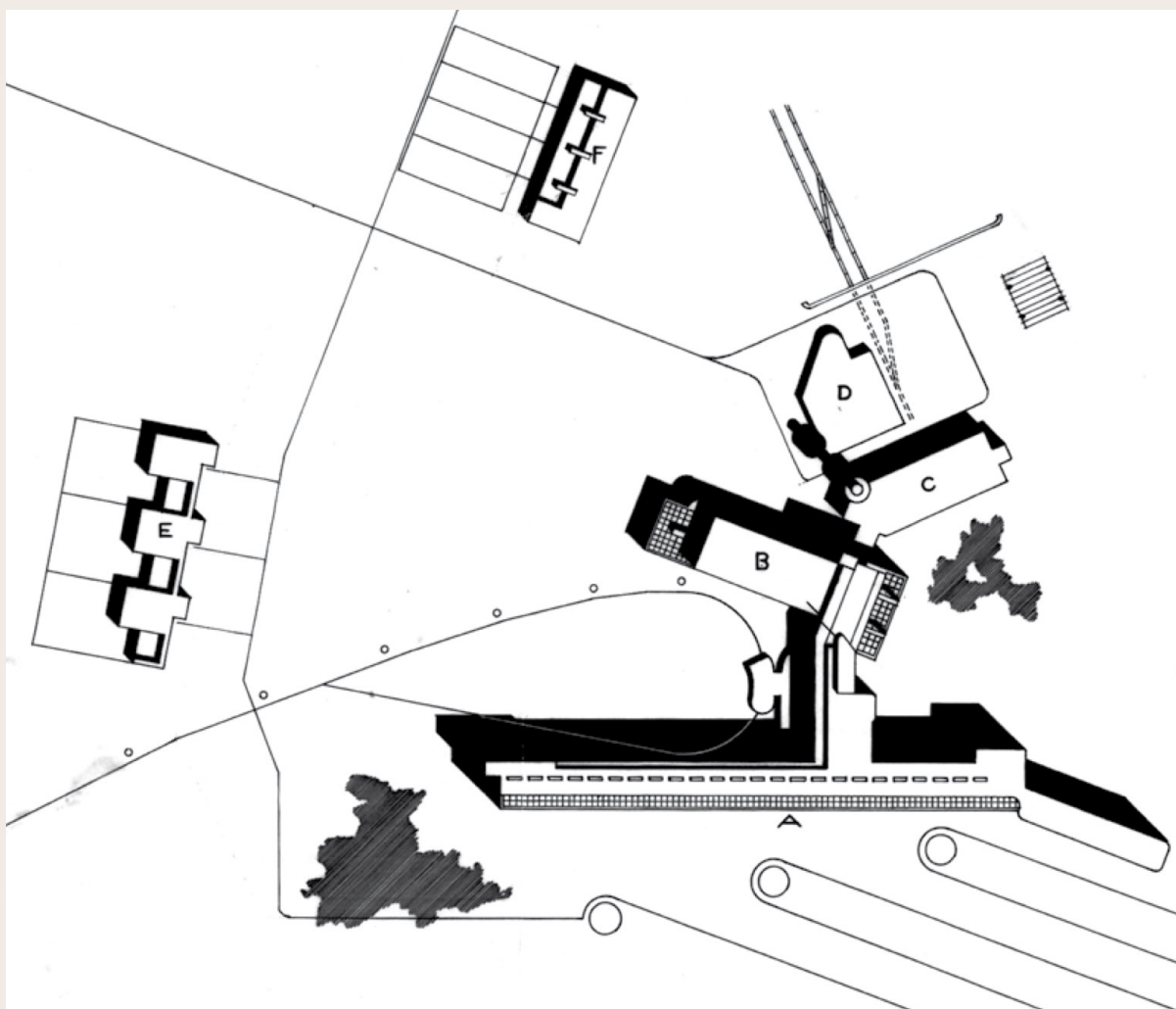
153 RYBCZYNSKI, W. **The Enduring Legacy of Paimio**: Why Aalto’s landmark sanatorium in Finland remains the benchmark for modern hospital design. Architect Magazine, jun. 2015.

154 WOODMAN, E. Revisit: “Aalto” Paimio Sanatorium continues to radiate a profound sense of human empathy”. Nov. 2016, **The Architecture Review**.

155 *Ibidem*.

156 HEIKINHEIMO, M. **Paimio Sanatorium**. Helsinki 04 jul. 2018.

157 *Ibidem*.



SANATÓRIO DE PAIMIO

Ala A	Ala dos pacientes e apartamentos das enfermeiras
Ala B	Recepção, auditório, tratamento de fototerapia, refeitório, biblioteca, <i>workshops</i> e dormitórios funcionários
Ala C	Dormitórios funcionários, cozinha e lavanderia
Ala D	Maquinário do aquecedor
E	Casas geminadas para Diretor Administrativo e Médicos Juniores
F	Prédio de apartamentos dos funcionários

Figura 16: Planta de implantação do Sanatório. Detalhe do desenho nº 50-759. AAM. Fonte: HEIKINHEIMO, M. Architecture and Technology: **Alvar Aalto's Paimio Sanatorium**. Tradução por Tytti Laine. 2016. 338 f. Tese (Doutorado) - School of Arts, Design and Architecture, Aalto University, Helsinki, 2016. Pág. 20.

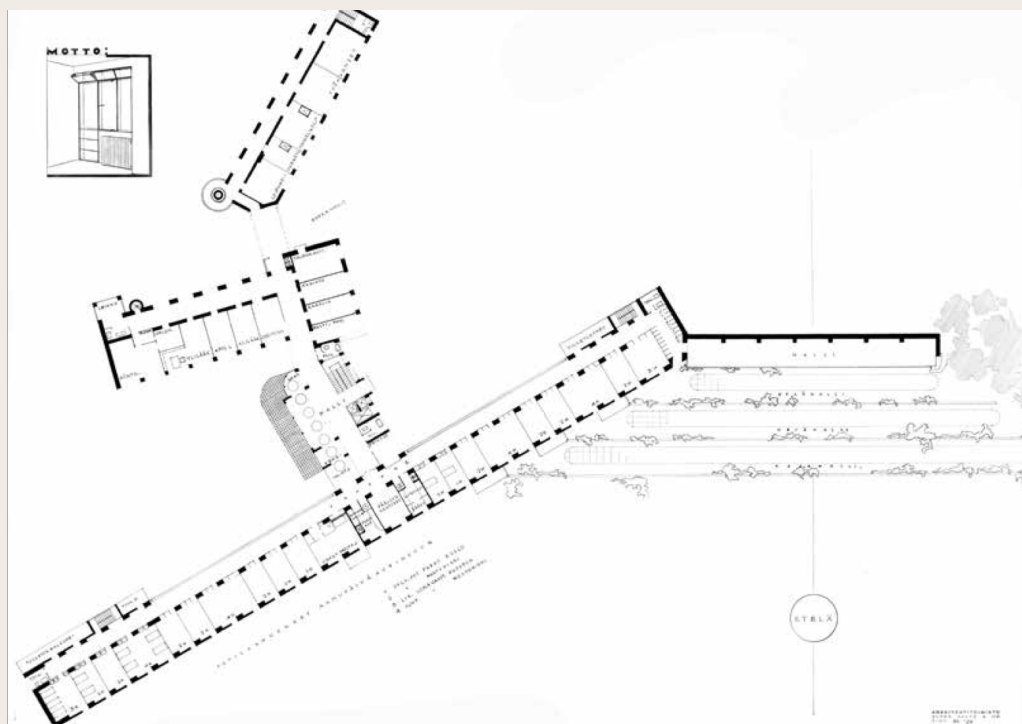
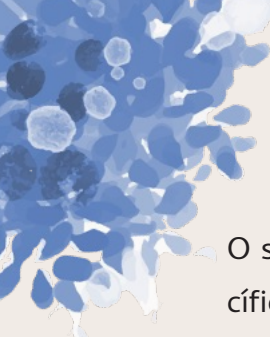


Figura 17: Planta baixa do prédio principal ainda na fase da competição. Desenho nº 50-25. AAM. Fonte: HEIKINHEIMO, M. Architecture and Technology: **Alvar Aalto's Paimio Sanatorium**. Tradução por Tytti Laine. 2016. 338 f. Tese (Doutorado) – School of Arts, Design and Architecture, Aalto University, Helsinki, 2016. Pág. 151.



Figura 18: A entrada principal do Sanatório nos dias atuais. À esquerda, a ala B e à direita, a ala A (contendo os quartos dos pacientes). Fonte: KESÄLÄINEN, S. Alvar Aalto and the colors of the Paimio Sanatorium. **Design Stories**, 2017.



O sanatório se organizava em quatro alas distintas, cada uma tendo uma função específica em mente (figura 16). Considerando o alto contágio da tuberculose, um sanatório deveria ser autossuficiente¹⁵⁸, e com suas alas de diferentes alturas, vários jardins, pátios e seções, o Sanatório de Paimio muito se parecia com uma pequena cidade¹⁵⁹, cada uma com sua função específica: quartos de pacientes orientados para o sul, terraços solares, *lobby*, escadaria principal, elevadores; espaços comuns (como biblioteca, *lounge*, sala de atividades), consultórios médicos e salas de tratamento; e as áreas de serviço, como cozinha, padaria e lavanderia¹⁶⁰. As casas dos funcionários eram mantidas em estruturas separadas E e F (figura 16).

A afinidade de Aalto com o conceito de funcionalismo foi essencial para a separação das diferentes funções em sua respectiva ala, de modo que necessidades especiais nelas fossem atendidas. A luz solar, por exemplo, deveria afetar apenas os espaços em que a mesma seria importante para o tratamento, de forma a ainda adentrar o edifício suficientemente¹⁶¹.

Deste modo, os terraços solares, os longos corredores, o refeitório e a sala de recreação na ala B possuíam orientação direta para o sul. Isso permitiria que a luz solar adentrasse nos cantos ao norte do espaço¹⁶². No sexto pavimento, há um enorme terraço solar com capacidade para 120 pacientes (figura 19), que eram incentivados a tomar banhos de Sol.

Como na maior parte da arquitetura de Aalto, o relacionamento entre interior e exterior possui uma grande significância projetual. Entre as alas do prédio principal, foram construídos diferentes jardins e pátios, se tornando parte funcional do complexo¹⁶³. No centro do pátio em frente à entrada principal do sanatório (figura 18) havia um estacionamento - destinado aos ônibus que levavam os pacientes - decorado com flores, que podiam ser vistas dos patamares da escadaria, dos corredores dos pacientes, do refeitório e da biblioteca¹⁶⁴.

158 RYBCZYNSKI, W. **The Enduring Legacy of Paimio**: Why Aalto's landmark sanatorium in Finland remains the benchmark for modern hospital design. Architect Magazine, jun. 2015.

159 HEIKINHEIMO, M. **Paimio Sanatorium**. Helsinki 04 jul. 2018.

160 RYBCZYNSKI, W. **The Enduring Legacy of Paimio**: Why Aalto's landmark sanatorium in Finland remains the benchmark for modern hospital design. Architect Magazine, jun. 2015.

161 HEIKINHEIMO, M. **Paimio Sanatorium**. Helsinki 04 jul. 2018.

162 *Ibidem*.

163 *Ibidem*.

164 *Ibidem*.



Figura 19: O terraço solar superior e sua marquise curva. Foto: Soile Tirilä. Fonte: HEIKINHEIMO, M. **Paimio Sanatorium**. Helsinki 04 jul. 2018.

Ao sul da ala dos pacientes cinco lagos circulares foram construídos, com flores em suas bordas e interligados por caminhos de areia. Esse jardim protegido tinha a finalidade de permitir que os pacientes caminhassem¹⁶⁵. Infelizmente, esse caminho não existe mais nos dias atuais.

Aalto deu tanta atenção à iluminação natural quanto à ventilação, visto que ar fresco e luz natural em abundância eram temas importantes para a arquitetura racionalista. Ele afirma:

“Entre os requerimentos biológicos para vida humana estão o ar, a luz e o Sol. Ar não pode ser equiparado a tamanho ou número de quartos. É um fator em si próprio. Nós podemos construir uma habitação com um grande volume de ar sem afetar o uso econômico da área útil ou desempenhar qualquer papel na determinação da altura de cômodos. É uma questão de ventilação”¹⁶⁶.

A importância da ventilação e ar puro também era enfatizada por publicações médicas da primeira metade do século XX, e assim, foi instalado um sistema de ventilação natural no sanatório. A altura do edifício resultava numa diferença de pressão entre os andares

165 HEIKINHEIMO, M. **Paimio Sanatorium**. Helsinki 04 jul. 2018.

166 AALTO *apud* HEIKINHEIMO *in*: **Asuntomme probleemina** (Nossas habitações como um problema), *in*: Domus 10/1930. Schildt (ed.) 1997, 80.

mais baixos e os superiores, que permitia que o sistema por gravidade operasse com facilidade. A combinação entre aquecimento central e a ventilação natural era extremamente dependente das estações do ano, sendo mais eficiente durante o inverno, onde a diferença de temperaturas entre o interior e exterior eram maiores. Entretanto, como a ala dos pacientes era ventilada o ano todo, o interior da edificação não era tão quente durante o inverno quanto poderia ser¹⁶⁷.

Para Rybczynski (2015), é a arquitetura de interiores do sanatório que seria a mais impressionante. Aalto e sua esposa Aino Aalto (sua colaboradora) projetaram lâmpadas, relógios, os mecanismos de abertura das janelas (figura 20). Também foram responsáveis por todo o mobiliário: mesas, cadeiras, poltronas, banquetas para o laboratório. Talvez, a peça de mobiliário mais conhecida tenha sido a cadeira Paimio (figura 21)¹⁶⁸.

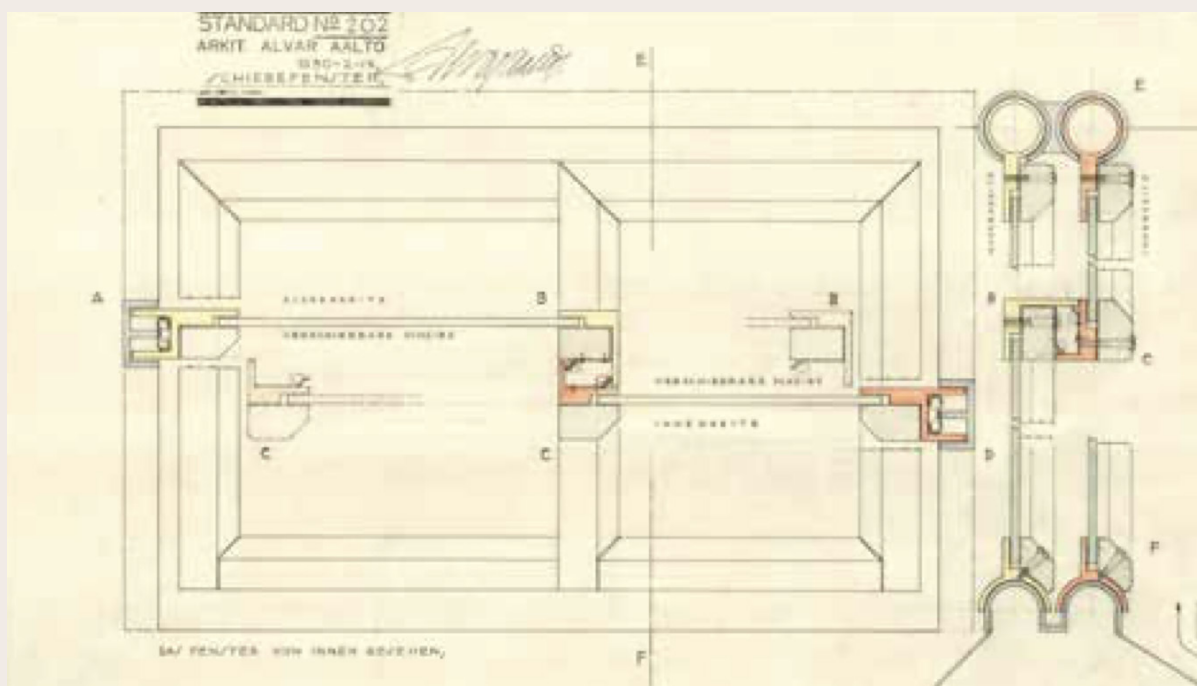


Figura 20: Mecanismos de abertura das janelas horizontais. Standart n° 202, desenho n° 50-170. Fonte: HEIKINHEIMO, M. *Architecture and Technology: Alvar Aalto's Paimio Sanatorium*. Tradução por Tytti Laine. 2016. 338 f. Tese (Doutorado) – School of Arts, Design and Architecture, Aalto University, Helsinki, 2016. Pág. 117.

167 HEIKINHEIMO, M. *Paimio Sanatorium*. Helsinki 04 jul. 2018.

168 RYBCZYNSKI, W. *The Enduring Legacy of Paimio: Why Aalto's landmark sanatorium in Finland remains the benchmark for modern hospital design*. Architect Magazine, jun. 2015.



Figura 21: A cadeira Paimio, projetada por Alvar e Aino Aalto. Foto: Maija Holma, Alvar Aalto Museum.

Considerando a transmissão da tuberculose, era de extrema importância que todas as superfícies fossem fáceis para se limpar, bem como que os espaços fossem facilmente arejados. De acordo com Vaija¹⁶⁹, nenhuma quina, ornamentos desnecessários ou prateleiras que pudessem acumular poeira foram utilizados (figura 22).



Figura 22: As paredes do *lobby* possuem formas arredondadas. O objetivo era diminuir a quantidade de quinas ao máximo possível para facilitar a limpeza e evitar o acúmulo de poeira. Foto: Sami Heikinheimo © arkbyroo.

Essa preocupação com a sanitização também foi observada na escolha de materiais utilizados, que deveriam ser duráveis e resistentes ao uso e à lavagens, como piso de borracha, linóleo, cerâmicas e pinturas.

Não obstante tenha passado por diversas reformas e modernizações, o sanatório ainda é conhecido por seu rico esquema de cores, embora não haja muitas das superfícies originais presentes no edifício hoje. Indo contra o estereótipo presente no imaginário popular de que os ambientes hospitalares sejam frios, brancos e estéreis, Aalto colaborou com um artista decorativo chamado Eino Kauria (figura 23) com o objetivo de subverter essas expectativas sobre o espaço hospitalar¹⁷⁰.

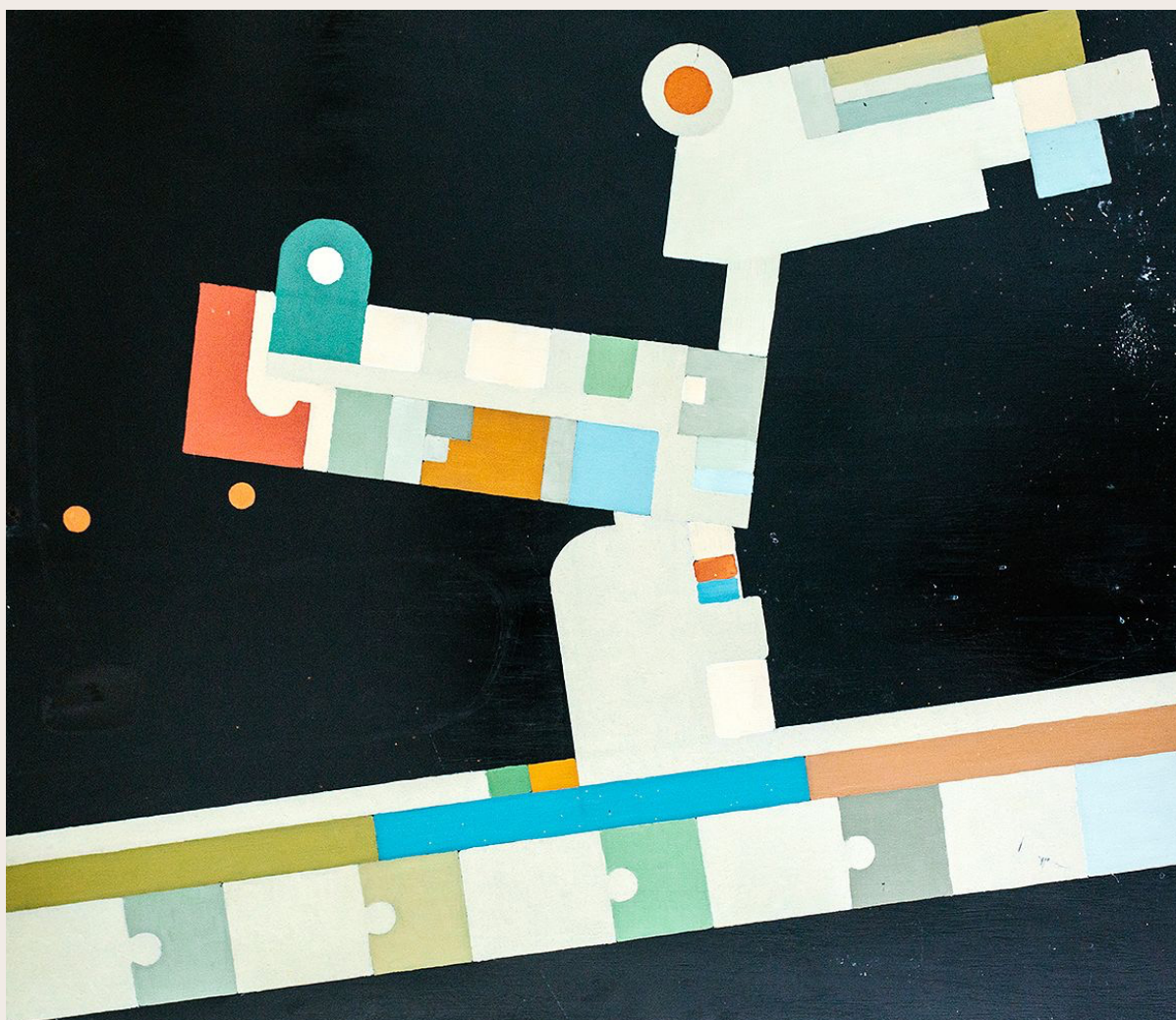


Figura 23: A planta de pintura de Eino Kauria. É possível enxergar as cores utilizadas na ala A nos tetos dos quartos dos pacientes, embora as cores da ala B não sejam mais as originais. Fonte: KESÄLÄINEN, S. Alvar Aalto and the colors of the Paimio Sanatorium. **Design Stories**, 2017.

170 QUITO, A. Healthcare would be better if we learned from this old tuberculosis sanatorium in Finland. Jan. 2020, **Quartz**.

Os quartos dos pacientes foram, assim, pintados em tons sutis, com um teto mais escuro a fim de criar uma atmosfera calma. Para Aalto, “as paredes são claras e os tetos mais escuros. Isso torna o tom geral mais tranquilo a partir da perspectiva de um paciente deitado”¹⁷¹ (figura 24). O *lobby* e a escadaria foram revestidos numa tonalidade de amarelo (figura 25) e os corredores na ala A (onde estão localizados os quartos dos pacientes) possuíam diferentes paletas de cores (figura 26).

Quanto à iluminação artificial interna, Aalto se certificou de instalá-las fora do campo de visão dos pacientes enquanto os mesmos estivessem deitados (figura 24).



Figura 24: O quarto hospitalar original preservado. Foto: © Fabrice Fouillet. Fonte: ArchEyes. Disponível em: <<https://archeyes.com/paimio-sanatorium-alvar-aalto/>>.

171 VAIJA, M. Alvar Aalto and the colors of the Paimio Sanatorium. **Design Stories**, 2017.



Figura 25: Recepção do Sanatório. Apesar de ter sido reformada - a mesa original de 1950 era mais baixa, permitindo que a luz natural passasse para todo o lobby -, seu formato curvo e seu esquema de cores se mantém o mesmo. Fonte: KESÄLÄINEN, S. Alvar Aalto and the colors of the Paimio Sanatorium. **Design Stories**, 2017.



Figura 26: Corredores onde estão localizados os quartos dos pacientes. Embora as portas tenham sido substituídas para um modelo maior, o esquema de cores permanece o mesmo. Fonte: KESÄLÄINEN, S. Alvar Aalto and the colors of the Paimio Sanatorium. **Design Stories**, 2017.

3.3 Neuroarquitetura e o Sanatório

Para a arquiteta Diana Anderson:

“Antes do desenvolvimento do *evidence-based design*¹⁷², Aalto criou um ambiente curativo abordando as necessidades psicológicas e sociais de cada paciente. (...) Hoje em dia está se tornando comum para arquitetos a consultoria com profissionais da saúde para obter *feedbacks* em relação ao design de edifícios hospitalares, mas na década de 1930, esse não era o caso. Aalto estava à frente de seu tempo em ter consultado médicos à medida em que ele projetava o sanatório”¹⁷³.

Como apresentado até então, os cuidados de Aalto quanto aos mínimos detalhes do sanatório - tanto seu exterior quanto seu interior - não só parte de sua metodologia funcionalista e da organização em termos médicos, mas sim, de uma preocupação com a humanização do ambiente hospitalar. Afinal, se o tratamento para a tuberculose na década de 1930 era a promoção do bem estar do paciente, para atingir o objetivo de tornar o sanatório um verdadeiro instrumento médico o mesmo deveria ser capaz de promover ou intensificar o conforto e o acolhimento do paciente.

Aalto faz isso de duas formas: tanto com estratégias projetuais arquitetônicas em relação ao edifício em si, quanto com seu cuidado em relação ao projeto dos interiores.

3.3.1 Forma arquitetônica

Como dito no tópico anterior, o cuidado de Aalto em relação à iluminação e ventilação naturais neste projeto foi espantoso. A forma assimétrica das janelas foi cuidadosamente pensada a fim de maximizar a luz da manhã ao mesmo tempo em que restringia a luz solar durante as longas noites de verão da Finlândia¹⁷⁴.

Além das enormes esquadrias, o sanatório também possui diversos terraços solares - um a cada final de corredor da ala dos pacientes, e um ocupando todo o último pavimento (figura 19), como dito anteriormente, com capacidade para 120 pacientes descansarem ao mesmo tempo.

172 Design baseado em evidência. Tradução livre.

173 ANDERSON *apud* QUITO (2020).

174 WOODMAN, E. Revisit: “Aalto” Paimio Sanatorium continues to radiate a profound sense of human empathy”. Nov. 2016, **The Architecture Review**.

Não satisfeito, Aalto também criou pisos intermediários, de forma que a luz solar adentrasse ao máximo possível no interior do sanatório (figuras 27 e 28)¹⁷⁵.

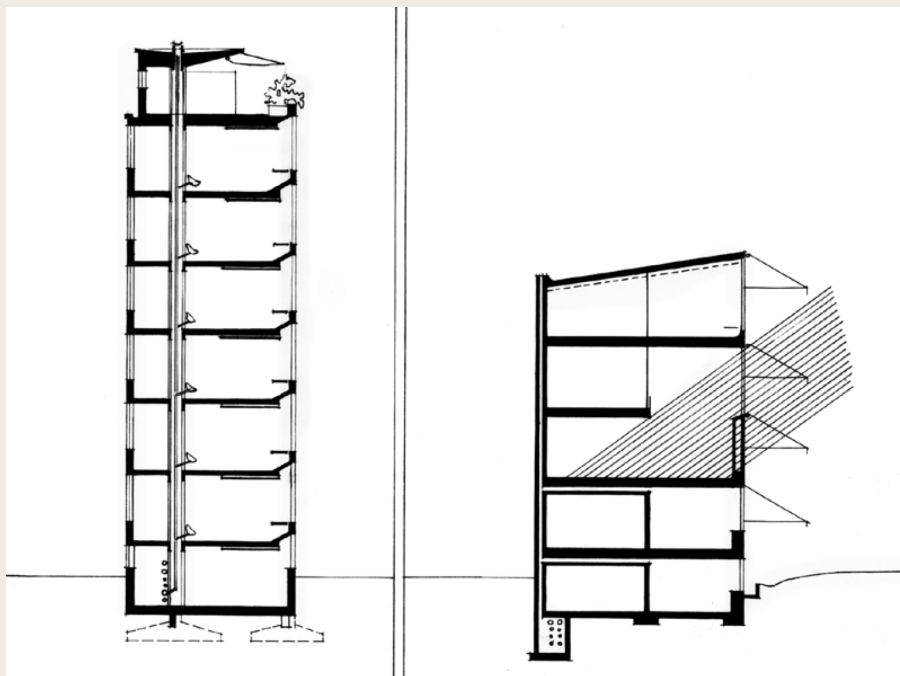


Figura 27: Corte mostrando a solução de piso intermediário. Desenho nº 50-764. Fonte: HEIKINHEIMO, M. Architecture and Technology: **Alvar Aalto's Paimio Sanatorium**. Tradução por Tytti Laine. 2016. 338 f. Tese (Doutorado) - School of Arts, Design and Architecture, Aalto University, Helsinki, 2016. Pág. 184.



Figura 28: Perspectiva do refeitório mostrando o piso intermediário e as esquadrias para o jardim. Desenho nº 50-226. Fonte: HEIKINHEIMO, M. Architecture and Technology: **Alvar Aalto's Paimio Sanatorium**. Tradução por Tytti Laine. 2016. 338 f. Tese (Doutorado) - School of Arts, Design and Architecture, Aalto University, Helsinki, 2016. Pág. 185.

¹⁷⁵ HEIKINHEIMO, M. Architecture and Technology: **Alvar Aalto's Paimio Sanatorium**. Tradução por Tytti Laine. 2016. 338 f. Tese (Doutorado) - School of Arts, Design and Architecture, Aalto University, Helsinki, 2016. Pág. 184.

Isso não só poderia acarretar em uma melhor regulação no ciclo circadiano dos pacientes, como também no aumento de sua produção de serotonina em consequência de sua exposição à luz solar (figura 29).



Figura 29: Perspectiva interna da recepção do sanatório. Foto: Leon Liao. Fonte: WOODMAN, E. Revisit: “Aalto” Paimio Sanatorium continues to radiate a profound sense of human empathy”. Nov. 2016, **The Architecture Review**.

A ventilação natural, os jardins com caminhos para incentivar os pacientes a andar ao ar livre e até mesmo as esquadrias foram essenciais para que o sanatório rompesse as barreiras entre o espaço interior e o exterior. De acordo com Heikinheimo:

“O claro, protegido jardim, livremente à borda da floresta, tinha o propósito de incentivar os pacientes a caminharem. De seus quartos e terraços solares pacientes podiam assistir à vida nos pátios e jardins, e em caminhando neles ao ar livre eles conseguiam expressar sua existência, por exemplo, eles comunicavam a melhora em seu estado de saúde para os outros”¹⁷⁶.

O contato com a natureza era entendido como essencial para os pacientes de tuberculose desde a década de 1930 devido aos seus benefícios na saúde física do paciente. Entretanto, hoje é possível inferir que o incentivo ambiental a abraçar a floresta ao redor

também pode ter ajudado no estado psicológico dos usuários do edifício (figura 30).



Figura 30: Sanatório durante o verão. Foto: Maija Holma. Fonte: © Alvar Aalto Foundation.

É perceptível no projeto do sanatório as características de uma arquitetura influenciada por Le Corbusier (como janelas em fita, ausência de muitos adornos, terraços solares etc)¹⁷⁷, embora o mesmo também carregue a linguagem romântica que Aalto viria a desenvolver mais tarde em sua carreira¹⁷⁸, como por exemplo, suas marquises em forma de nebulosa, diferente de tudo que a antiga geração de arquitetos modernistas havia feito (figura 31). Para ele, “*a arte construtiva é uma síntese da vida em forma materializada*”¹⁷⁹, em congruência com as ideias sobre arquitetura de Berthoz.

Sobre o programa de necessidades, há uma discussão de que Aalto teria projetado áreas comuns demais para um equipamento de uso hospitalar (como sala de recreação e biblioteca). Porém, a justificativa para tal era dar aos pacientes controle no que se tratava de seus relacionamentos com a comunidade. No artigo de Morton Shand, ele diz que: “*os médicos falham em entender. Resta saber se a profissão médica acabará por acatar*

177 ARCHEYES. **Alvar Aalto's Paimio Sanatorium: A Landmark of Modern Architecture**. Maio, 2020.

178 WOODMAN, E. Revisit: “Aalto” Paimio Sanatorium continues to radiate a profound sense of human empathy”. Nov. 2016, **The Architecture Review**.

179 AALTO *apud* ArchEyes (2020).

(com a construção desses espaços)”¹⁸⁰.



Figura 31: Marquise do terraço solar do último pavimento e na entrada principal do sanatório. Fonte: Google. Disponível em: <https://s.wsj.net/public/resources/images/B3-EL137_AALTO8_1000V_20190708112707.jpg> e <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS-KxLFq281zUlajlkvsgVoyY-1_sRXH-5GcQ&usqp=CAU>.

3.3.2 Design de interiores

Como dito anteriormente por Rybczynski (2015), é a arquitetura de interiores do sanatório que seria a mais impressionante. Cada detalhe da maçaneta até as lâmpadas escolhidas foram projetadas especialmente para o sanatório por Aalto e sua esposa Aino.

Apesar da valorização da iluminação natural nos ambientes internos ser de extrema importância, o sanatório precisa de luzes artificiais para os períodos noturnos, ou até mesmo para os invernos, onde o dia na Finlândia possui menor duração. Assim, três tipos de iluminação artificial foram utilizadas nos quartos dos pacientes no sanatório: o primeiro, uma lâmpada em globo projetada especialmente para o edifício, que provia luz indireta a partir de sua reflexão no teto (figura 24). Acima das pias havia uma lâmpada cônica incandescente (figura 24), e a terceira era uma luz de leitura, que poderia ser colocada

180 AALTO *apud* WOODMAN (2016).

acima da mesa de cabeceira ou na própria cabeceira da cama (figura 32).



Figura 32 : As lâmpadas de leitura foram providenciadas para os pacientes. Fonte: HEIKINHEIMO, M. **Paimio Sanatorium**. Helsinki 04 jul. 2018.

As diferentes formas de iluminação se provaram extremamente bem pensadas, ao olhar retrospectivamente. Aalto explica que “a iluminação geral do quarto é acima da cabeça do paciente na interface da parede e do teto, o que significa que ela está fora do ângulo de visão de um paciente deitado.”¹⁸¹ Desta forma, a iluminação noturna não é tão agressiva ao paciente em comparação às luzes hospitalares utilizadas hoje em dia, fazendo com que a qualidade do sono do paciente seja maior, e seu ciclo circadiano seja melhor regulado.

As lâmpadas de leitura são capazes, também, de proporcionar iluminação fraca e direcionada, de forma que um paciente tenha a escolha de não precisar dormir na mesma hora que seu colega de quarto, de forma que os usuários do quarto preservassem sua independência ao mesmo tempo que não atrapalhassem a rotina do outro.

181 AALTO *apud* VAIJA in. Alvar Aalto and the colors of the Paimio Sanatorium. **Design Stories**, 2017.

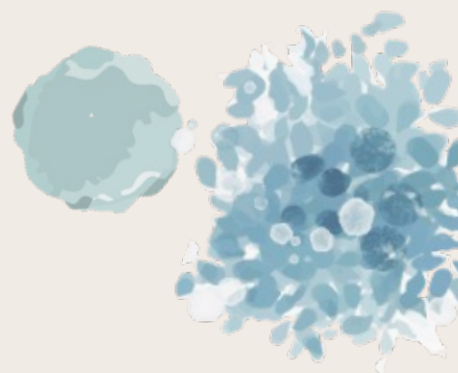
Considerando que os quartos do sanatório geralmente comportavam dois pacientes, Aalto deu a cada um deles um armário e uma pia individual (figura 33), que era considerada luxo para a época.



Figura 33: Armário e pias disponíveis nos quartos dos pacientes do sanatório. Fonte: Google.

As pias foram especialmente desenhadas por Alvar Aalto, de modo que a mesma pudessem ser utilizadas de maneira silenciosa (figura 34), para que os pacientes não incomodassem seus colegas de quarto ao lavar as mãos, incentivando o ato.

Hoje, é sabido que a exposição a sons após período moderado ou intenso pode causar mudanças cerebrais¹⁸², como por exemplo, modificando a capacidade do indivíduo de reconhecer padrões de fala. Assim, o cuidado de Aalto quanto à poluição sonora que o barulho da lavagem de mãos poderia causar é extremamente pertinente.



182 REED, A. C., CENTANNI, T. M., BORLAND, M. S., MATNEY, C. J., ENGINEER, C. T., KILGARD, M. P. Behavioral and Neural Discrimination of Speech Sounds After Moderate or Intense Noise Exposure in Rats. **Ear and Hearing**, 2014.

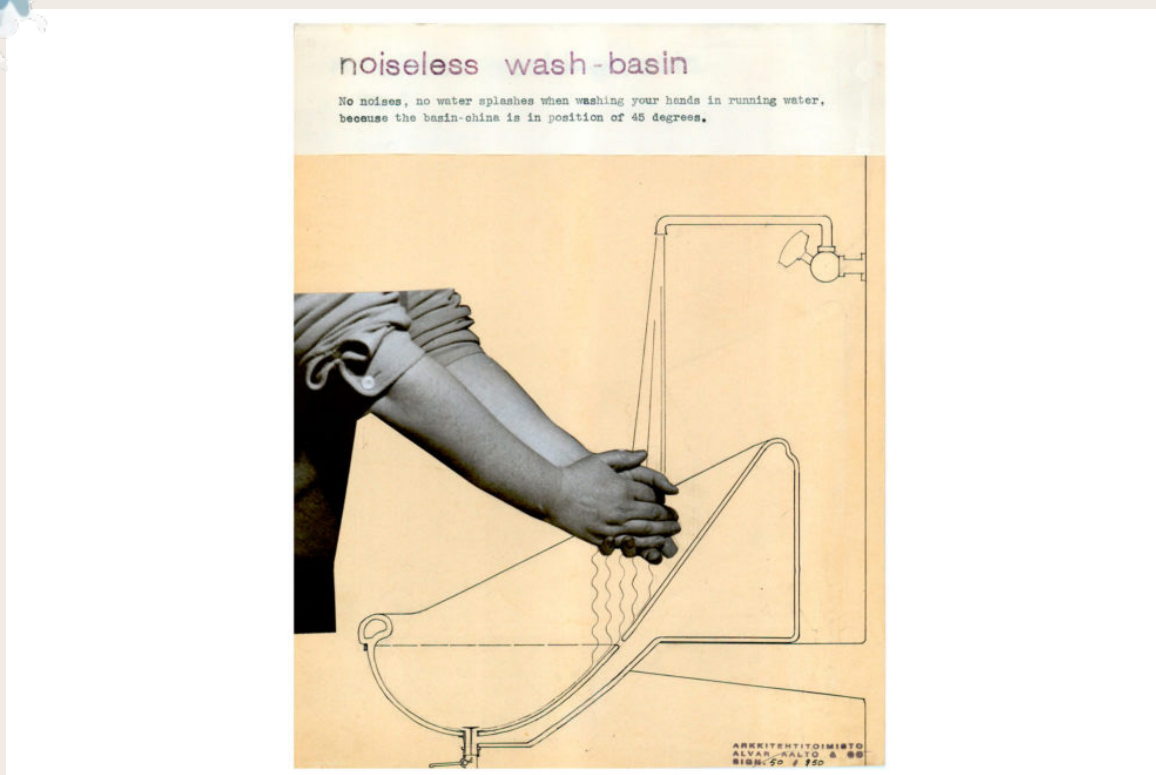
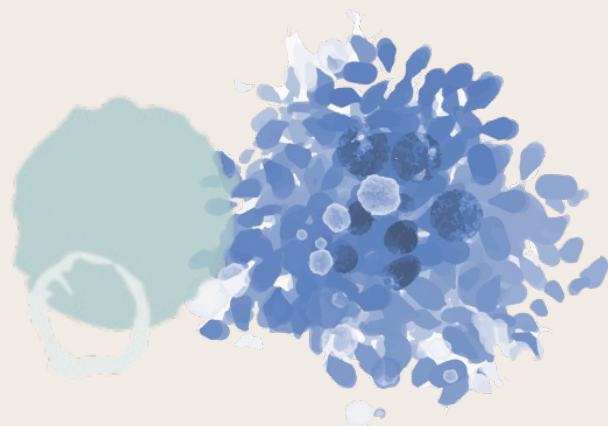


Figura 34: Projeto da pia silenciosa. Fonte: © Alvar Aalto Foundation.

Uma decisão projetual demasiadamente interessante foi a utilização de cores (figuras 35 e 36). De acordo com Katie Underwood, diretora assistente da *Getty Foundation*, que contribuiu para os esforços da conservação do sanatório:

“Um elemento crítico do plano era a compreensão do papel médico no uso das cores dos espaços interiores originais. (...) Todo elemento cromático foi intencional – de canos vermelhos para indicar elementos do aquecimento para os tons verdes relaxantes que iria dominar o campo de visão dos pacientes acamados”¹⁸³.



183 QUITO, A. Healthcare would be better if we learned from this old tuberculosis sanatorium in Finland. Jan. 2020, **Quartz**.

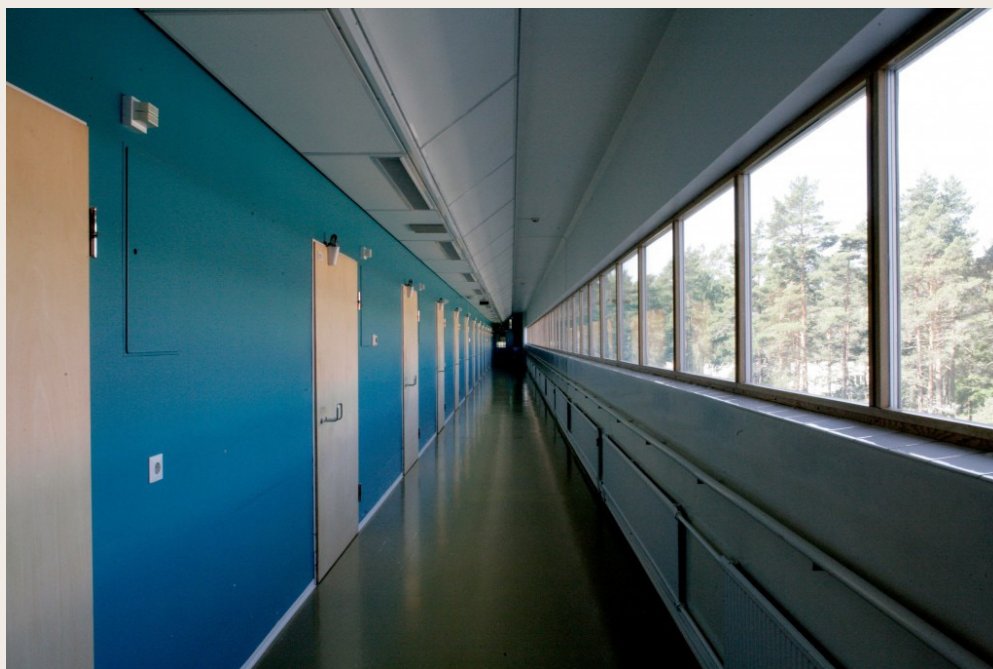


Figura 35: Um dos corredores onde estão localizados os quartos dos pacientes. Fonte: HEIKINHEIMO, M. **Paimio Sanatorium**. Helsinki 04 jul. 2018.



Figura 36: O quarto dos pacientes. Seu esquema de cores foi pensado na perspectiva de um paciente acamado. Fonte: Google.

Aalto ainda explica que “as paredes são claras e os tetos mais escuros. Isso torna o tom geral mais tranquilo a partir da perspectiva de um paciente deitado”¹⁸⁴.

Por fim, as formas curvas e orgânicas, tão recomendadas por Berthoz, também se fazem presentes no interior do sanatório (figuras 18 e 22). A utilização de formas suaves pode alterar a percepção do usuário quanto à hostilidade do espaço. Em um ambiente hospitalar, cujo estereótipo é de um espaço hostil e frio, a predileção por formas menos agressivas e suaves é capaz de diminuir os níveis de cortisol do indivíduo.

3.3.3 Ressalvas

Apesar da inegável qualidade arquitetônica do Sanatório de Paimio, como todo projeto, o mesmo não se encontra livre de falhas. O icônico piso amarelo presente no *lobby* e na escadaria principal, segundo a história, teria feito Aalto se arrepender. Ele supostamente acreditava que o tom de amarelo era a escolha errada, mas como os pedidos de materiais já haviam sido feitos, ele teve de se contentar com sua instalação¹⁸⁵.

Ao falar de erros projetuais, também, existe na sala de relaxamento uma lareira que nunca foi acesa, devido a um defeito projetual em sua chaminé (figura 37). Também há supostos relatos de que embora a pia silenciosa realmente funcionasse – no caso, fosse silenciosa –, a mesma gotejava para o piso.

Ao falar de arquitetura, falamos de experiências arquitetônicas, e portanto, percepções. Alguma decisão projetual ser influenciada por alguma pesquisa ou inclinação de preferência não sempre significa que ela será bem sucedida. Por exemplo, há a crítica aos armários presentes nos quartos dos pacientes (figura 33), que teria deixado muitos deles desconfortáveis devido à sua semelhança com um “caixão”. É importante frisar que para pacientes com tuberculose, a morte era uma realidade cotidiana, então faz sentido presumir que os pacientes acometidos da enfermidade teriam medo da morte e se sentiriam desconfortáveis com possíveis associações aos seus símbolos.

184 AALTO *apud* VAIJA in. Alvar Aalto and the colors of the Paimio Sanatorium. **Design Stories**, 2017.

185 VAIJA, M. Alvar Aalto and the colors of the Paimio Sanatorium. **Design Stories**, 2017.



Figura 37: A lareira que nunca foi acesa. Fonte: VAIJA, M. Alvar Aalto and the colors of the Paimio Sanatorium. **Design Stories**, 2017.

Não obstante as controvérsias, o Sanatório de Paimio resiste há 81 anos possuindo usos hospitalares variados, provando-se como uma resposta muito mais precisa e humana às demandas hospitalares do que uma mera agenda funcionalista¹⁸⁶.

186 WOODMAN, E. Revisit: “Aalto” Paimio Sanatorium continues to radiate a profound sense of human empathy”. Nov. 2016, **The Architecture Review**.

4. CONCLUSÃO



4. CONCLUSÃO

A relação entre arquitetura e neurociência não se trata sobre excluir os critérios subjetivos e particulares de cada projeto. Pelo contrário, sua interdisciplinaridade visa a construção de uma base teórica sólida para fundamentar as decisões projetuais tomadas pelos arquitetos. Entretanto, também é indissociável do conhecimento das novas descobertas acerca do funcionamento do nosso cérebro o entendimento do subjetivo, da percepção arquitetônica individual do usuário de cada espaço. É necessária a compreensão de que o ambiente afeta de formas conscientes e, principalmente, inconscientes.

Decisões projetuais acerca da iluminação, da relação entre o interior e exterior, da forma arquitetônica entre muitas outras não só são capazes de gerar as mais diferentes experiências arquitetônicas, como também modificam o funcionamento das atividades cerebrais, podendo gerar tanto uma sensação de bem estar quanto uma de desconforto.

Em ambientes hospitalares, o papel do arquiteto é especialmente importante. É necessário além de certificar-se de atender todas as normas técnicas acerca do projeto hospitalar como também garantir a humanização destes espaços. Todo o ambiente hospitalar precisa agir como um só elemento de cura.

Quanto ao Sanatório de Paimio, mesmo que Alvar Aalto não analisasse seu trabalho sob a ótica da neurociência, sua sensibilidade para as necessidades dos usuários do espaço e seu profundo entendimento da esfera humana alinhados à sua ideologia funcionalista foram capazes de gerar o design de uma das mais emblemáticas construções da Finlândia - e, talvez, da arquitetura moderna. A qualidade arquitetônica do Sanatório de Paimio pode, hoje, ser comprovada através das novas descobertas feitas em relação à como o ser humano se relaciona com seu entorno, com dados objetivos que comprovam a engenhosidade de seu arquiteto.

Por fim, mesmo se tratando de um campo recente, a neurociência não pode - e nem deve - ser negligenciada pelos arquitetos. Suas significativas contribuições até então - tanto para o desenvolvimento de novos projetos quanto para reavaliação de obras já realizadas - é imprescindível não apenas para a prática projetual arquitetônica futura, mas também para a manutenção da qualidade do ambiente construído, tão precioso para nós, humanos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAR AALTO FOUNDATION. **Paimio Sanatorium**. Disponível em: <<https://www.alvaraalto.fi/en/architecture/paimio-sanatorium/>>. Acesso em: 09 abr. 2023.

ALVES, S. N. **A percepção visual como elemento de conforto na arquitetura hospitalar**. 2011. 212 f. Tese (Mestrado) – Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pesquisa e Pós Graduação, 2011.

ANDERSON, D. **Humanizing the hospital**: Design lessons from a Finnish sanatorium. CMAJ, ago. 2010. DOI: 10.1503/cmaj.090075.

ANFA. The Academy of Neuroscience for Architecture. **History**. Disponível em: <<https://anfarch.org/history/>>. Acesso em: 09 abr. 2023.

BERTHOZ, A. *Les Sens du Mouvement*. Tradução por: Maria de Jesus de Britto Leite. Capítulo 14. **Les architectes ont oublié le plaisir du mouvement**. Paris: Odile Jacob, 1997: p. 277-283.

ARCHEYES. **Alvar Aalto's Paimio Sanatorium: A Landmark of Modern Architecture**. Maio, 2020. Disponível em: <<https://archeyes.com/paimio-sanatorium-alvar-aalto/>>.

BERTOLLI FILHO, C. **História Social da Tuberculose e do Tuberculoso**: 1900-1950. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2001. 248p. (Coleção Antropologia e Saúde).

BRITTO LEITE, M. J. **Formar não é informar**. Um percurso sensível na formação do arquiteto. Tese de Doutorado. São Paulo: FAUUSP, 2007.

CCMS. Imagens da Peste Branca: Memória da Tuberculose. **Acervo Virtual do Centro Cultural do Ministério da Saúde**. © 2016 Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.ccs.saude.gov.br/peste-branca/tb-exposicao.php>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

CONNECTIONS. **Neuroarchitecture: intelligently designed buildings**. Connections by Finsa. Disponível em: <<https://www.connectionsbyfinsa.com/neuroarchitecture/?lang=en/>>. Acesso em: 09 abr. 2023.

COPASS SAÚDE. **Dormir bem: a importância de uma boa noite de sono.** Mar. 2022. Disponível em: <<https://copass-saude.com.br/posts/dormir-bem-a-importancia-de-uma-boua-noite-de-sono>>. Acesso em 09 abr. 2023.

DE PAIVA, A. A Neuroarquitetura e os Desafios da Arquitetura Hospitalar - parte I. **NeuroAU**, 2018. Disponível em: <<https://www.neuroau.com/post/a-neuroarquitetura-e-os-desafios-da-arquitetura-hospitalar-parte-i>>. Acesso em: 09 abr. 2023.

DE PAIVA, A. NeuroArquitetura e biofilia: a necessidade primitiva de natureza que o ambiente ajuda a suprir. **NeuroAU**, 2022. Disponível em: <<https://www.neuroau.com/post/neuroarquitetura-e-biofilia-a-necessidade-primitiva-de-natureza-que-o-ambiente-ajuda-a-suprir>>. Acesso em: 09 abr. 2023.

DE PAIVA, A. NeuroArquitetura e os impactos da luz no cérebro. **NeuroAU**, ago. 2018. Disponível em: <<https://www.neuroau.com/post/neuroarquitetura-e-os-impactos-da-luz-no-c%C3%A9rebro>>. Acesso em: 09 abr. 2023.

DE PAIVA, A. O sol que nos é roubado: uma visão da NeuroArquitetura. **NeuroAU**, set. 2022. Disponível em: <<https://www.neuroau.com/post/o-sol-que-nos-e-roubado-uma-visao-da-neuroarquitetura>>. Acesso em: 09 abr. 2023.

EBERHARD, J. P. **Brain Landscape and the Coexistence of Neuroscience and Architecture.** Nova Iorque: Oxford University Press Inc., 2009.

ECYCLE. **O que é biofilia?** Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/biofilia/>>. Acesso em: 09 abr. 2023.

ESPERIDIÃO-ANTONIO, V. et al. **Neurobiologia das emoções.** 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-60832008000200003>.

FAP. **Na época da altitude e isolamento para tuberculosos.** © 2023 Fundação Ataulpho de Paiva. Disponível em: <<http://www.fundacaoataulphodepaiva.com.br/blog/na-epoca-da-altitude-e-isolamento-para-tuberculosos/>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

FIOCRUZ. Tuberculose. 04 jul. 2013, **Agência Fiocruz de Notícias.** Disponível em: <ht-

[tps://agencia.fiocruz.br/glossario-tuberculose](https://agencia.fiocruz.br/glossario-tuberculose)>. Acesso em: 25 mar. 2023.

GARCIA, S. **Fenomenologia e experiências sensoriais em interiores**. Revista IntraMuros, jan. 2021. 4ª ed. Disponível em: <<https://revistaintramuros.com.br/fenomenologia-e-experiencias-sensoriais-em-interiores/>>. Acesso em: 09 abr. 2023. [DOI: 10.1590/S0103-40142013000100006](https://doi.org/10.1590/S0103-40142013000100006).

GOMES, F. C. A. G.; TORTELLI, V. P.; DINIZ, L. **Glia**: dos velhos conceitos às novas funções de hoje e as que ainda virão. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142013000100006>.

HAN, X.; GIBSON, J.; EGGETT, D.; PARKER, T. L. **Bergamot (*Citrus bergamia*) Essential Oil Inhalation Improves Positive Feelings in the Waiting Room of a Mental Health Treatment Center: A Pilot Study**. Wiley Online Library, mar. 2017. DOI: 10.1002/ptr/5806

LEÃO, N. M. Vitruvius: A escrita de um arquiteto antigo - século I a.C. **Oficina do Historiador**, Porto Alegre, EDIPUCRS, v. 11, n. 2, jul./dez. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.15448/21778-3748.2018.2.27055>.

MARBERRY, S. O. **A Conversation With Roger Ulrich**. Healthcare Design, out. 2010. Disponível em: <<https://healthcaredesignmagazine.com/architecture/conversation-roger-ulrich/>>. Acesso em: 07 abr. 2023.

MARCUS, C. C. **Healing Gardens in Hospitals**. IDRP, vol. 01. Interdisciplinary Design and Research e-Journal. Design and Health, January, 2007.

MOREIRA, C. Sinapse. **Revista de Ciência Elementar**, V2(4):317, 2014. DOI: <http://doi.org/10.24927/rce2014.317>.

MICHL, J. **Form Follows WHAT?** The modernist notion of function as a carte blanche. Oslo, 2006. Disponível em: <<https://janmichl.com/eng.fff-hai.html>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

MOKHTAR, A. M. **The Future Hospital**: A Business Architecture View. Malays J Med Sci.

2017;24(5): 1–6. <https://doi.org/10.21315/mjms2017.24.5.1>.

PALLASMAA, J.; MALLGRAVE, H. F.; ARBIB, M. **Architecture and Neuroscience**. Tapio Wirkkala Rut Bryk Foundation. Finlândia, 2015–2016.

PAULSEN, F.; WASCHKE, J. **Sobotta: Atlas de Anatomia Humana**. Volume 3: cabeça, pescoço e neuroanatomia. Tradução por Eliane Garcia Diniz et. al. 24. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

POMPERMAIER, J. P. L. **Neurociência aplicada à arquitetura**: uma revisão para projetos de estabelecimentos de saúde. Anais do Seminário Internacional de Arquitetura e Urbanismo (SIAU). 2021.

PUC RIO. **Fundamentos em Bio-Neuro Psicologia**. Disponível em: <<http://bio-neuro-psicologia.usuarios.rdc.puc-rio.br/telenc%C3%A9falo.html>>. Acesso em: 09 abr. 2023.

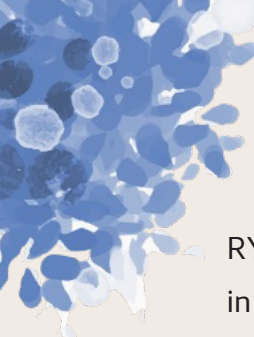
QUITO, A. Healthcare would be better if we learned from this old tuberculosis sanatorium in Finland. Jan. 2020, **Quartz**. Disponível em: <<https://qz.com/1718963/healthcare-and-design-lessons-from-finlands-paimio-sanatorium/>>. Acesso em: 09 abr. 2023.

RAMIREZ, G. **Ciclo circadiano**: o que é, fisiologia e o que pode afetar. Set. 2022. Disponível em: <<https://www.tuasaude.com/ciclo-circadino/>>. Acesso em 09 abr. 2023.

RAMOS, F. G. V. **O desenho e a arquitetura em Leon Battista Alberti e Giorgio Vasari**. VII - Encontro de Histórias da Arte - Unicamp. 2011. Disponível em: <<https://www.ifch.unicamp.br/eha/atas/2011/Fernando%20Guillermo.pdf>>.

REED, A. C., CENTANNI, T. M., BORLAND, M. S., MATNEY, C. J., ENGINEER, C. T., KILGARD, M. P. Behavioral and Neural Discrimination of Speech Sounds After Moderate or Intense Noise Exposure in Rats. **Ear and Hearing**, 2014.

RTF. **Coming back to our senses: What is Phenomenology in Architecture?** Rethinking the Future, ©2022. Disponível em: <<https://www.re-thinkingthefuture.com/2019/04/24/coming-back-to-our-senses-what-is-phenomenology-in-architecture/>>. Acesso em: 09 abr. 2023.



RYBCZYNSKI, W. **The Enduring Legacy of Paimio**: Why Aalto's landmark sanatorium in Finland remains the benchmark for modern hospital design. *Architect Magazine*, jun. 2015. Disponível em: <https://www.architectmagazine.com/design/culture/the-enduring-legacy-of-paimio_o>. Acesso em: 09 abr. 2023.

Sanatório. In: *Dicionário Online de Português*. 7Graus, © 2009 - 2023. Disponível em: <<https://blog.mettzer.com/referencia-de-sites-e-artigos-online/>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

SANTOS, E. F. S. et al. **Caráter estigmatizante da tuberculose, natureza biológica e impacto social da doença**. Faculdade de Odontologia de Lins/Unimep, 24(1) 41-50. Jan.-Jul. 2014. ISSN Impresso: 0104-7582. ISSN Eletrônico: 2238-1236. DOI: <http://dx.doi.org/10.15600/2238-1236/fol.v24n1p41-50>

SOUZA, N. C.; GOMES, C. H. G. **A História e o Processo de Humanização dos Edifícios Hospitalares**. XI EPCC - Encontro Internacional de Produção Científica, out. 2019. Disponível em: <<https://rdu.unicesumar.edu.br/bitstream/123456789/3557/1/NATALYA%20CHILIGA%20DE%20SOUZA.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2023.

SPENCE, C. **Senses of place**: architectural design for the multisensory mind. Set. 2020, *Cognitive Research Journal*. Disponível em: <<https://cognitiveresearchjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41235-020-00243-4>>. Acesso em: 09 abr. 2023.

STANFORD. **Phenomenology**. Stanford Encyclopedia of Philosophy, nov. 2003. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/entries/phenomenology/>>. Acesso em: 09 abr. 2023.

ULRICH, R. S. **View Through a Window May Influence Recovery from Surgery**. 1984 Apr 27;224(4647):420-1. doi: 10.1126/science.6143402.

VAIJA, M. Alvar Aalto and the colors of the Paimio Sanatorium. **Design Stories**, 2017. Disponível em: <https://www.finnishdesignshop.com/design-stories//architecture/alvar-aalto-and-the-colors-of-the-paimio-sanatorium?gclid=CjwKCAjw5dqqBhBNEiwA-7PryaBtUasZN4UUnIQXAUKHKaRs6u8xz7tzTFq35O8zZQaV4NzN7of4fqBoClXYQAvD_BwE>. Acesso em: 09 abr. 2023.

VARELLA, D. Tuberculose. **Uol**. Disponível em: <<https://drauziovarella.uol.com.br/doencas-e-sintomas/tuberculose/>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

VILLAROUCO, V. et al. **Neuroarquitetura**: A neurociência no ambiente construído. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2021.

WALSH, N. P. Explicando 12 estilos da arquitetura moderna. **Archdaily**, 2020. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/948583/explicando-12-estilos-da-arquitetura-moderna?ad_campaign=normal-tag>. Acesso em: 25 mar. 2023.

WOODMAN, E. Revisit: "Aalto" Paimio Sanatorium continues to radiate a profound sense of human empathy". Nov. 2016, **The Architecture Review**. Disponível em: <<https://www.architectural-review.com/buildings/revisit-aaltos-paimio-sanatorium-continues-to-radiate-a-profound-sense-of-human-empathy>>. Acesso em: 09 abr. 2023.